

## Eine Beilage

am Schlusse dieses Heftes enthält die Programme für

### zwei Preis-Ausschreibungen

des österr. Ingenieur-Vereins:

- I. für eine geschichtlich-theoretische Darstellung der neuesten Dachconstructions aus Holz und Eisen.
- II. für eine geschichtlich-statistisch-kritische Darstellung der bei Eisenbahnwagen angewendeten Schmiervorrichtungen und Schmiermittel.

### Die Kosten der Erd- und Felsbewegungsarbeiten.

Von Ferdinand Hoffmann,

k. k. Eisenbahnbau-Inspector.

(Fortsetzung.)

#### c) Kosten des Transportes mittelst einspänniger Karren.

41. Die bewegende Kraft der einspännigen und gewöhnlich zweiräderigen Karren besteht je nach ihrer Aufbringbarkeit entweder in Pferden oder in Hornvieh; für erstere kann per Tag  $f = 4t$ , für letztere  $f = 3t$  eingeführt werden, wenn  $t$  den Taglohn eines Handlangers bezeichnet; der Lohn des Pferde- oder Hornviehknechtes ist in dem Werthe von  $f$  jedesmal schon mitbegriffen: nachdem jedoch die für  $f$  in Beziehung auf  $t$  angegebenen Werthe nicht als allgemein geltend hingestellt werden wollen, wird in speciellen Fällen  $f$  den obwaltenden Localverhältnissen entsprechend einzuführen sein.

Vorliegend wird bloss die Pferdekraft bei der durchzuführenden Vereinfachung der allgemeinen Transportformel in Betracht gezogen werden, da die hiefür entfallenden Transportkosten im Allgemeinen eben so hoch sich belaufen, als sie für Hornvieh als bewegende Kraft sich ergeben; was darin begründet ist, dass bei den geringeren täglichen Kosten des Letzteren auch die Geschwindigkeit, mit der die Bewegung vor sich geht, in nahezu gleichem Verhältnisse abnimmt, während alle übrigen Grössen für beiderlei Transportweisen nahezu dieselben bleiben.

Die Anzahl der täglichen Arbeitsstunden während einer von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends stattfindenden Verwendung kann, nachdem von dieser ganzen 12stündigen Arbeitszeit zwei Stunden für die Mittagszeit, und eine halbe Stunde im Verlaufe des Vormittags, dann eine halbe Stunde im Verlaufe des Nachmittags für das jedesmalige Ausruhen und Wassergeben verloren geht, nur mit  $m = 9$  Stunden in Rechnung gebracht werden.

Die Ladungsfähigkeit kann in Anbetracht des ungebahnten Weges, auf welchem die Bewegung zu geschehen hat, nicht höher als bei dem durch 4 Mann bewegten vierräderigen Karren angeschlagen werden; es bleibt also auch für die in Rede stehende Transportweise bei horizontalem oder wenig davon abweichendem Terrain, wenn die Bemessung der Vergütung nach dem compacten Cubicmaasse der Abträge geschehen soll, die Ladungsfähigkeit für das Materiale:

I. Kategorie	$n = 0,049383$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,044444$ "
III. "	$n = 0,040404$ "
IV. "	$n = 0,037037$ "
V. "	$n = 0,034188$ "
VI. "	$n = 0,031746$ "

Soll der Bemessung der zu leistenden Vergütung das Cubicmaass der Anschüttungen oder Aufdämmungen zu Grunde gelegt werden, so ist für das Materiale:

I. Kategorie	$n = 0,054321$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,050222$ "
III. "	$n = 0,046869$ "
IV. "	$n = 0,044074$ "
V. "	$n = 0,041709$ "
VI. "	$n = 0,039683$ "

Geschieht endlich die Vergütung nach dem Cubicinhalte der Ablagerungen des Materials, so ist für das Materiale:

I. Kategorie	$n = 0,059260$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,054222$ "
III. "	$n = 0,050101$ "
IV. "	$n = 0,046667$ "
V. "	$n = 0,043761$ "
VI. "	$n = 0,041270$ "

Die Geschwindigkeit des einspännigen zweiräderigen Karrens kann bei den angegebenen Ladungsfähigkeiten auf  $c = 1800$  Klafter

per Stunde angeschlagen werden.

Der Zeitverlust, welchen das Auf- und Abladen für den Transport an und für sich bei jeder einzelnen Fahrt herbeiführt, bleibt derselbe, wie er für den zweiräderigen, von Menschenkraft gezogenen und geschobenen Karren angegeben worden ist, es ist sonach auch für den vorliegenden Fall  $v = 0,1167$  Stunden.

42. Werden nunmehr die im vorigen Artikel angegebenen speciellen Werthe in die allgemeine Transportformel eingeführt, so kommen noch hinzu zu addiren jene Mehrauslagen, welche bei diesem Transportmittel nach Art. 31 für das erschwerte Auf- und Abladen des Materiales den Transportkosten zur Last zu schreiben sind: bei solchem Vorgange gelangt man zu nachfolgenden speciellen Formeln für die Berechnung der Transportkosten mit zweiräderigen Karren:

a) bei Vergütung des Cubicmaasses der Abträge, für das Materiale:

I. Categ.	$k = 0,00250 (w + 105,03) f + 0,40 t$
II. "	$k = 0,00278 (w + 105,03) f + 0,44 t$
III. "	$k = 0,00306 (w + 105,03) f + 0,48 t$
IV. "	$k = 0,00333 (w + 105,03) f + 0,52 t$
V. "	$k = 0,00361 (w + 105,03) f + 0,56 t$
VI. "	$k = 0,00389 (w + 105,03) f + 0,60 t$

b) bei Vergütung des Cubicmaasses der Anschüttungen oder Aufdämmungen ist für das Materiale:

I. Categ.	$k = 0,00227 (w + 105,03) f + 0,364 t$
II. "	$k = 0,00246 (w + 105,03) f + 0,389 t$
III. "	$k = 0,00264 (w + 105,03) f + 0,414 t$
IV. "	$k = 0,00280 (w + 105,03) f + 0,437 t$
V. "	$k = 0,00296 (w + 105,03) f + 0,459 t$
VI. "	$k = 0,00311 (w + 105,03) f + 0,480 t$

c) bei Vergütung der Ablagerung des Materials des Cubicmaasses ist endlich für das Materiale:

I. Categ.	$k = 0,00208 (w + 105,03) f + 0,333 t$
II. "	$k = 0,00228 (w + 105,03) f + 0,361 t$
III. "	$k = 0,00246 (w + 105,03) f + 0,388 t$
IV. "	$k = 0,00264 (w + 105,03) f + 0,413 t$
V. "	$k = 0,00282 (w + 105,03) f + 0,438 t$
VI. "	$k = 0,00299 (w + 105,03) f + 0,463 t$

43. Wäre in einem besonderen Falle  $t = 0,70$  Gulden und  $f = 4t = 2,80$  Gulden, so genügt, um nach vorstehenden Formeln die Verführungskosten zu berechnen, nicht die ledigliche Einführung dieser Werthe, sondern es muss hiezu behufs der Deckung der Regiekosten, ausschliesslich jedoch der Abnützung der Karren, welche stets im Fuhrlohn mitbegriffen ist, ein dreiprocentiger Zuschlag zu den angegebenen Werthen gemacht werden: es wird sonach  $f$  mit 2,884 Gulden und  $t$  mit 0,721 Gulden in Rechnung zu bringen sein.

Führt man diese Werthe statt  $f$  und  $t$  in den Formeln des vorigen Artikels ein, so erhält man:

a) bei Vergütung der compacten Abtragsmassen für das Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00721 w + 1,045$ Gulden
II. "	$k = 0,00800 w + 1,159$ "
III. "	$k = 0,00883 w + 1,273$ "
IV. "	$k = 0,00960 w + 1,384$ "
V. "	$k = 0,01055 w + 1,497$ "
VI. "	$k = 0,01122 w + 1,611$ Gulden;

b) bei Vergütung der lockereren Auftragsmassen für das Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00655 w + 0,950$ Gulden
II. "	$k = 0,00710 w + 1,021$ "
III. "	$k = 0,00761 w + 1,094$ "
IV. "	$k = 0,00808 w + 1,163$ "
V. "	$k = 0,00854 w + 1,228$ "
VI. "	$k = 0,00897 w + 1,288$ Gulden;

c) bei Vergütung des Cubicmaasses der Ablagerung, für das Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00600 w + 0,870$ Gulden
II. "	$k = 0,00658 w + 0,951$ "
III. "	$k = 0,00710 w + 1,025$ "
IV. "	$k = 0,00761 w + 1,097$ "
V. "	$k = 0,00813 w + 1,170$ "
VI. "	$k = 0,00862 w + 1,239$ Gulden.

44. Es unterliegt nun abermals keiner Schwierigkeit, durch Gleichstellung correspondirender Ausdrücke des 35. und des vorigen Artikels, dann durch Gleichstellung correspondirender Ausdrücke des 38. und vorhergehenden Artikels jene Grenzen oder Verführungsdistanzen zu ermitteln, bei welchen die Kosten des Transportes mit einspännigen Karren beziehungsweise jenen mittelst Scheibtruhen oder dem mit zweiräderigen durch Menschenkraft bewegten Karren gleich kommen, sofern den in der Entwicklung jener speciellen Gleichungen gemachten Voraussetzungen durch die obwaltenden Verhältnisse thatsächlich entsprochen wird.

Um hiezu zu gelangen geben die Ausdrücke  $aI$  des 35. und des vorhergehenden Artikels einander gleich gestellt die Gleichung

$$0,01633 w + 0,204 = 0,00721 w + 1,045;$$

hieraus wird

$$w = 92,2 \text{ Klafter}$$

gefunden.

Sonach wäre 90 Klafter in runder Zahl jene Entfernung, über welche hinaus der Scheibtruhentransport theurer ist, als jener mit einspännigen Karren, wie denn hieraus im Vergleiche mit den Resultaten des 36. Art. noch vorhergeht, dass unter den, bezüglich der speciellen Werthe des Taglohnes, der täglichen Arbeitsstunden, der Leistungsfähigkeit, der Fahrgeschwindigkeit und des Zeitverlustes beim Auf- und Abladen gemachten Annahmen der Transport mit einspännigen Karren unter 190 Klafter Verführungsdistanz jedenfalls kostspieliger ist, als jener mit zweiräderigen durch Menschenkräfte bewegten Karren.

Die bezügliche Grenze gibt die Gleichung

$$0,00816 w + 0,865 = 0,00721 w + 1,045,$$

welche man durch Gleichsetzung der Ausdrücke  $aI$  des 38. und des vorhergehenden Artikels erhält, mit

$$w = 189,5 \text{ Klafter},$$

oder in runder Zahl mit 190 Klaftern, so dass darüber hinaus der Transport mit einspännigem Fuhrwerke jenem mittelst der zweiräderigen durch Menschenkraft weiter zu fördernden Karren vorzuziehen wäre.

Man gelangt zu ziemlich denselben Resultaten, wenn man statt der gewählten andere correspondirende Ausdrücke der Art. 35, 38 und 43 einander gleich setzt, um die zur Berechnung von  $w$  zu benützenden Gleichungen zu erhalten: so gelangt man durch Gleichstellung der Ausdrücke  $cVI$  des 35. und 43. Art. zur Gleichung

$$0,01950 w + 0,244 = 0,00862 w + 1,239,$$

woraus

$$w = 91,4 \text{ Klafter}$$

sich ergibt.

So geben die Ausdrücke  $bIII$  des 38. und 43. Art. einander gleich gesetzt die Gleichung

$$0,00862 w + 0,911 = 0,00761 w + 1,094,$$

aus welcher

$$w = 181,2 \text{ Klafter}$$

gefunden wird.

45. Durch Einführung specieller Werthe für  $w$  in den Formeln des vorigen Artikels ergibt sich nachfolgende Tabelle (siehe S. 71). — Die Vergleichung dieser Tabelle mit jener des 40. Art. lässt erkennen, dass bei einer um 10 Klafter abweichenden Bestimmung der Grenzen, wo das eine oder andere Transportmittel das billigere ist, die Differenz in den Transportkosten für die eine oder andere Transportweise immer nur einen bis zwei Kreuzer beträgt, so dass eine genauere Bestimmung der fraglichen Grenzen, als sie im 39. und 44. Art. durchgeführt worden ist, nie von Belang sein kann.

Transportkosten für einspännige Karren in Gulden.

Verführ.- Dist. Klfr.	Bei Abträgen						Bei Aufträgen						Bei Ablagerungen					
	C a t e g o r i e						C a t e g o r i e						C a t e g o r i e					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
50	1,40	1,56	1,71	1,86	2,02	2,17	1,28	1,38	1,47	1,57	1,66	1,74	1,17	1,28	1,38	1,48	1,58	1,67
60	1,48	1,64	1,80	1,96	2,13	2,28	1,34	1,45	1,55	1,65	1,74	1,83	1,23	1,35	1,45	1,55	1,66	1,76
70	1,55	1,72	1,89	2,06	2,24	2,40	1,41	1,52	1,63	1,73	1,83	1,92	1,29	1,41	1,52	1,63	1,74	1,84
80	1,62	1,80	1,98	2,15	2,34	2,51	1,47	1,59	1,70	1,81	1,91	2,01	1,35	1,48	1,59	1,71	1,82	1,93
90	1,69	1,88	2,07	2,25	2,45	2,62	1,54	1,66	1,78	1,89	2,00	2,10	1,41	1,54	1,66	1,78	1,90	2,01
100	1,77	1,96	2,16	2,34	2,55	2,73	1,61	1,73	1,86	1,97	2,08	2,19	1,47	1,61	1,74	1,86	1,98	2,10
110	1,84	2,04	2,24	2,44	2,66	2,85	1,67	1,80	1,93	2,05	2,17	2,27	1,53	1,67	1,81	1,93	2,06	2,19
120	1,91	2,12	2,33	2,54	2,76	2,95	1,74	1,87	2,01	2,13	2,25	2,36	1,59	1,74	1,88	2,01	2,15	2,27
130	1,98	2,20	2,42	2,63	2,87	3,07	1,80	1,94	2,08	2,21	2,34	2,45	1,65	1,81	1,95	2,08	2,23	2,36
140	2,05	2,28	2,51	2,73	2,97	3,18	1,87	2,02	2,16	2,29	2,42	2,54	1,71	1,87	2,02	2,16	2,31	2,45
150	2,13	2,36	2,60	2,82	3,08	3,29	1,93	2,09	2,24	2,38	2,51	2,63	1,77	1,94	2,09	2,24	2,39	2,53
160	2,20	2,44	2,69	2,92	3,19	3,41	2,00	2,16	2,31	2,46	2,59	2,72	1,83	2,00	2,16	2,31	2,47	2,62
170	2,27	2,52	2,77	3,02	3,29	3,52	2,06	2,23	2,39	2,54	2,68	2,81	1,89	2,07	2,23	2,39	2,55	2,70
180	2,34	2,60	2,86	3,11	3,40	3,63	2,13	2,30	2,46	2,62	2,76	2,90	1,95	2,14	2,30	2,47	2,63	2,79
190	2,41	2,68	2,95	3,21	3,50	3,74	2,19	2,36	2,54	2,70	2,85	2,99	2,01	2,20	2,37	2,54	2,71	2,88
200	2,49	2,76	3,04	3,30	3,61	3,86	2,26	2,44	2,62	2,78	2,94	3,08	2,07	2,27	2,44	2,62	2,80	2,96
220	2,63	2,92	3,22	3,50	3,82	4,08	2,39	2,58	2,77	2,94	3,11	3,26	2,19	2,40	2,59	2,77	2,96	3,14
240	2,77	3,08	3,39	3,69	4,03	4,30	2,52	2,73	2,92	3,10	3,28	3,44	2,31	2,53	2,73	2,92	3,12	3,31
260	2,92	3,24	3,57	3,88	4,24	4,53	2,65	2,87	3,07	3,26	3,45	3,62	2,43	2,66	2,87	3,07	3,28	3,48
280	3,06	3,40	3,74	4,07	4,45	4,75	2,78	3,01	3,22	3,43	3,62	3,80	2,55	2,79	3,01	3,23	3,45	3,65
300	3,21	3,56	3,92	4,26	4,66	4,98	2,92	3,15	3,38	3,59	3,79	3,98	2,67	2,93	3,16	3,38	3,61	3,82
350	3,57	3,96	4,36	4,74	5,19	5,54	3,24	3,51	3,76	3,99	4,22	4,43	2,97	3,25	3,51	3,76	4,02	4,26
400	3,93	4,36	4,81	5,22	5,72	6,10	3,57	3,86	4,14	4,40	4,64	4,88	3,27	3,58	3,87	4,14	4,42	4,69
450	4,29	4,76	5,25	5,70	6,24	6,66	3,90	4,22	4,52	4,80	5,07	5,32	3,57	3,91	4,22	4,52	4,83	5,12
500	4,65	5,16	5,69	6,18	6,77	7,22	4,23	4,57	4,90	5,20	5,50	5,77	3,87	4,24	4,58	4,90	5,24	5,55
550	5,01	5,56	6,13	6,66	7,30	7,78	4,55	4,93	5,27	5,61	5,93	6,22	4,17	4,57	4,93	5,28	5,64	5,98
600	5,37	5,96	6,57	7,14	7,83	8,34	4,88	5,28	5,66	6,01	6,35	6,67	4,47	4,90	5,29	5,66	6,05	6,41

d) Kosten des Transportes mittelst zweispänniger Fuhrwerke.

46. Auch bei diesem Transportmittel werden entweder Pferde oder Hornvieh als bewegendende Kraft benützt, je nachdem nämlich die einen oder das andere aufbringbar ist: die Kosten eines zweispännigen Fuhrwerkes können, wenn  $t$  den Taglohn eines Handlängers bezeichnet, im Allgemeinen mit  $f = 6t$ , und jene eines zweispännigen Hornviehzuges mit  $f = 5t$ , angenommen werden, was jedoch auch hier nicht als allgemeine Regel hingestellt sein will.

Aus den im 41. Art. angegebenen Gründen wird auch vorliegend nur von den Transportkosten mittelst Pferdefuhrwerk die Rede sein, und nur für dieses auf Anwendungen für specielle Fälle in nähere Untersuchungen eingegangen werden.

Die täglichen Arbeitsstunden bleiben dieselben, wie sie für die einspännigen Karren im 40. Art. angegeben worden sind, es ist also wieder  $m = 9$  Stunden.

Die Ladungsfähigkeit der zweispännigen Fuhrwerke ist doppelt so gross als jene der einspännigen Karren: es ist sonach, wenn die Bemessung der Vergütung nach dem Cubicmaasse der Abträge zu geschehen hat, für das Materiale:

I. Kategorie	$n = 0,098766$ Cub.-Klfr.
II.	$n = 0,088888$
III.	$n = 0,080808$
IV.	$n = 0,074074$
V.	$n = 0,068376$
VI.	$n = 0,063492$

Geschieht die Bemessung der zu leistenden Vergütung nach dem Cubicmaasse der Aufträge, so ist für das Materiale:

I. Categ.	$n = 0,108642$ Cub.-Klafter
II.	$n = 0,100444$

III. Categ.	$n = 0,093738$ Cub.-Klafter.
IV.	$n = 0,088148$
V.	$n = 0,083418$
VI.	$n = 0,079366$

Soll endlich die Bemessung der Vergütung nach dem Cubicmaasse der Ablagerungen vor sich gehen, so ist bei dem Materiale:

I. Categ.	$n = 0,118520$ Cub.-Klafter
II.	$n = 0,108444$
III.	$n = 0,100202$
IV.	$n = 0,093334$
V.	$n = 0,087522$
VI.	$n = 0,082540$

Der durch das Auf- und Abladen für die eigentliche Weiterförderung des Materials erwachsende Zeitverlust ist zweieinhalbmal grösser als jener bei dem einspännigen Fuhrwerke, sonach  $v = 0,2918$  Stunden.

Die Geschwindigkeit des zweispännigen Fuhrwerkes aber bleibt dieselbe, wie sie für die einspännigen Karren angegeben worden ist, es ist sonach wieder  $c = 1800$  Klafter per Stunde.

47. Werden nunmehr die so eben angegebenen Zahlenwerthe statt der entsprechenden Buchstaben in die allgemeine Transportkosten-Formel eingeführt, und wird alsdann noch hinzuaddirt jene durch die Natur des Transportmittels für das Auf- und Abladen bei jeder Cubicklafter erwachsende Mehrauslage, von welcher im 31. Art. die Rede war, so gelangt man zu nachfolgenden speciellen Transportformeln:

a) Für die Vergütung der compacten Abtragsmassen wird bei dem Materiale:

I. Categ.	$k = 0,00125 (w + 262,62) f + 0,50 t$
II.	$k = 0,00139 (w + 262,62) f + 0,55 t$

- III. Categ. . . .  $k = 0,00153 (w + 262,62) f + 0,60 t$   
 IV. " . . .  $k = 0,00167 (w + 262,62) f + 0,65 t$   
 V. " . . .  $k = 0,00181 (w + 262,62) f + 0,70 t$   
 VI. " . . .  $k = 0,00195 (w + 262,62) f + 0,75 t$

b) für die Vergütung der lockereren Auftragsmassen wird bei dem Materiale:

- I. Categ. . . .  $k = 0,001134 (w + 262,62) f + 0,454 t$   
 II. " . . .  $k = 0,001228 (w + 262,62) f + 0,487 t$   
 III. " . . .  $k = 0,001317 (w + 262,62) f + 0,517 t$   
 IV. " . . .  $k = 0,001401 (w + 262,62) f + 0,546 t$   
 V. " . . .  $k = 0,001480 (w + 262,62) f + 0,574 t$   
 VI. " . . .  $k = 0,001556 (w + 262,62) f + 0,600 t$

c) für die Vergütung der lockeren Ablagerungsmassen wird bei dem Materiale:

- I. Categ. . . .  $k = 0,001042 (w + 262,62) f + 0,417 t$   
 II. " . . .  $k = 0,001138 (w + 262,62) f + 0,458 t$   
 III. " . . .  $k = 0,001232 (w + 262,62) f + 0,490 t$   
 IV. " . . .  $k = 0,001324 (w + 262,62) f + 0,516 t$   
 V. " . . .  $k = 0,001416 (w + 262,62) f + 0,547 t$   
 VI. " . . .  $k = 0,001496 (w + 262,62) f + 0,577 t$

48. Wäre nun wieder für irgend einen speciellen Fall  $t = 0,70$  Gulden, und  $f = 6 t = 4,20$  Gulden, so wären diese beiden Werthe wieder mit einem dreipercelligen Zuschlage in Anbetracht dessen einzuführen, dass auch die Vergütung der Regiekosten in die Preise der Materialverführung einbezogen werden soll, während die Vergütung für die Abnutzung der Fuhrwerke und der Taglohn des Fuhrknechtes im Taglohne des Fuhrwerkes schon enthalten ist.

Führt man demnach  $t$  mit  $0,721$  Gulden und  $f$  mit  $4,326$  Gulden in den vorhergehenden Formeln ein, so gehen dieselben über:

a) Bei Vergütung der compacten Abtragsmassen für das Materiale:

- I. Categ. in . . .  $k = 0,00541 w + 1,781$  Gulden  
 II. " " . . .  $k = 0,00601 w + 1,940$  "  
 III. " " . . .  $k = 0,00662 w + 2,099$  "  
 IV. " " . . .  $k = 0,00722 w + 2,257$  "  
 V. " " . . .  $k = 0,00779 w + 2,417$  "  
 VI. " " . . .  $k = 0,00844 w + 2,576$  "

b) Bei Vergütung der lockeren Auftragsmassen für das Materiale:

- I. Categ. in . . .  $k = 0,00491 w + 1,616$  Gulden  
 II. " " . . .  $k = 0,00531 w + 1,746$  "  
 III. " " . . .  $k = 0,00570 w + 1,870$  "  
 IV. " " . . .  $k = 0,00605 w + 1,985$  "  
 V. " " . . .  $k = 0,00640 w + 2,095$  "  
 VI. " " . . .  $k = 0,00673 w + 2,200$  "

c) Bei Vergütung der lockeren Ablagerungsmassen für das Materiale:

- I. Categ. in . . .  $k = 0,00451 w + 1,484$  Gulden  
 II. " " . . .  $k = 0,00492 w + 1,619$  "  
 III. " " . . .  $k = 0,00533 w + 1,754$  "  
 IV. " " . . .  $k = 0,00573 w + 1,876$  "  
 V. " " . . .  $k = 0,00612 w + 2,002$  "  
 VI. " " . . .  $k = 0,00647 w + 2,116$  "

49. Die Grenzen der Distanzen, bei welchen der Transport mittelst der zweispännigen Fuhrwerke jenem mittelst der früher besprochenen Transportmittel unter den gemachten

Voraussetzungen vorzuziehen wäre, ergeben sich nunmehr aus folgenden Gleichungen, und zwar:

Bezüglich des Scheibtruhentransportes im Gegensatze zum Wagentransporte aus der Gleichung:

$$0,01633 w + 0,204 = 0,00541 w + 1,781,$$

woraus

$$w = 144,4 \text{ Klafter}$$

gefunden wird.

Bezüglich des Transportes mit zweiräderigen durch Menschen bewegten Karren im Vergleiche zum Wagentransporte aus der Gleichung

$$0,00816 w + 0,865 = 0,00541 w + 1,781,$$

woraus

$$w = 333,1 \text{ Klafter}$$

sich ergibt.

Bezüglich des Transportes mit einspännigen Karren im Vergleiche zum Transporte mit den zweispännigen Fuhrwerken aber aus der Gleichung

$$0,00721 w + 1,045 = 0,00541 w + 1,781,$$

woraus man

$$w = 408,9 \text{ Klafter}$$

findet.

Hiernach ist also der Transport mit den zweispännigen Fuhrwerken erst bei Entfernungen von 300 bis 400 Klaftern jenem mittelst der anderen Transportmittel vorzuziehen, sofern dieselben zu Gebote stehen, und unter den obwaltenden Verhältnissen benützt werden können: die grosse Kostspieligkeit des Transportes mit den zweispännigen Fuhrwerken ist eine ledigliche Folge des grossen Zeitverlustes, welcher durch das Beladen und Entladen des Transportmittels herbeigeführt wird, wenn dasselbe in der bisher besprochenen Weise, das ist, ohne Wagenwechsel, benützt wird: wie namhaft durch einen Wagenwechsel die Transportkosten ermässigt werden können, geht aus den zunächst anzustellenden Betrachtungen hervor.

50. Wird, um die Kosten des Transportes mittelst der zweispännigen Fuhrwerke zu vermindern, ein Wagenwechsel am Beladungsorte durchgeführt, so dass am Beladungsorte lediglich die zum Umspannen der Pferde von dem leer ankommenden in den beladen schon dastehenden Wagen erforderliche Zeit als Zeitverlust für die Weiterförderung des Transportmittels in Rechnung kommt, so ermässigt sich der fragliche Gesamtzeitverlust, soweit nämlich auch jener zu berücksichtigen ist, welcher durch das Entladen des Transportmittels und das stets etwas schwerfällige Umkehren der Wagen an den Beladungs- und Entladungsorten herbeigeführt wird, auf ungefähr die Hälfte des im 46. Art. angegebenen Verlustes, also auf . . . . . 0,1459 Stunden.

Dagegen erhöhen sich in solchem Falle die täglichen Auslagen für das Transportmittel, nachdem für den Wechselwagen auch eine angemessene Entschädigung geleistet werden muss, und es kann angenommen werden, dass für solche Fälle der tägliche Fuhrlohn bei einem zweispännigen Pferdefuhrwerke in  $f = 7t$ , und bei einem Hornviehfuhrwerke in  $f = 6t$  übergehe.

Diess zugegeben, würde man statt der im 47. Art. aufgestellten, die nachfolgenden Ausdrücke zur Berechnung der Transportkosten zu benützen haben:

a) Wenn die zu leistende Vergütung nach dem Cubicinhalte der Abtragsmasse zu erfolgen hat, bei dem Materiale

I. Categ. in . . .	$k = 0,00125 (w + 131,31) f + 0,50 t$
II. " " . . .	$k = 0,00139 (w + 131,31) f + 0,55 t$
III. " " . . .	$k = 0,00153 (w + 131,31) f + 0,60 t$
IV. " " . . .	$k = 0,00167 (w + 131,31) f + 0,65 t$
V. " " . . .	$k = 0,00181 (w + 131,31) f + 0,70 t$
VI. " " . . .	$k = 0,00195 (w + 131,31) f + 0,75 t$

b) Wenn die Vergütung nach dem Cubicinhalte der Auftragsmassen geschehen soll, bei dem Materiale:

I. Categ. in . . .	$k = 0,001134 (w + 131,31) f + 0,454 t$
II. " " . . .	$k = 0,001228 (w + 131,31) f + 0,487 t$
III. " " . . .	$k = 0,001317 (w + 131,31) f + 0,517 t$
IV. " " . . .	$k = 0,001401 (w + 131,31) f + 0,546 t$
V. " " . . .	$k = 0,001480 (w + 131,31) f + 0,574 t$
VI. " " . . .	$k = 0,001556 (w + 131,31) f + 0,600 t$

c) Wenn endlich die Vergütung nach dem Cubicmaasse der Ablagerungen bemessen wird, bei dem Materiale:

I. Categ. in . . .	$k = 0,001042 (w + 131,31) f + 0,417 t$
II. " " . . .	$k = 0,001138 (w + 131,31) f + 0,458 t$
III. " " . . .	$k = 0,001232 (w + 131,31) f + 0,490 t$
IV. " " . . .	$k = 0,001324 (w + 131,31) f + 0,516 t$
V. " " . . .	$k = 0,001416 (w + 131,31) f + 0,547 t$
VI. " " . . .	$k = 0,001496 (w + 131,31) f + 0,577 t$

wenn, wie bisher immer  $f$  und  $t$  in Gulden ausgedrückt eingeführt werden.

51. In dem vorerwähnten speciellen Falle, dass  $f = 7 t$ , und  $t = 0,70$  Gulden wird, dass sonach, um die Regiekosten in die Einheitspreise mit aufgenommen zu erhalten, 0,721 statt  $t$  und 5,047 statt  $f$  eingeführt wird, verwandeln sich obige Ausdrücke in nachfolgende:

a) Wenn der Vergütung das Cubicmaass des Abtrages zu Grunde gelegt wird, bei dem Materiale:

I. Kategorie in . . .	$k = 0,00631 w + 1,189$ Gulden
II. " " . . .	$k = 0,00702 w + 1,318$ "
III. " " . . .	$k = 0,00772 w + 1,447$ "
IV. " " . . .	$k = 0,00842 w + 1,575$ "
V. " " . . .	$k = 0,00913 w + 1,704$ "
VI. " " . . .	$k = 0,00984 w + 1,833$ Gulden;

b) Wenn das Cubicmaass der Aufträge die Basis bildet, für die zu bemessenden Vergütungen:

I. Kategorie in . . .	$k = 0,00572 w + 1,079$ Gulden
II. " " . . .	$k = 0,00620 w + 1,165$ "
III. " " . . .	$k = 0,00665 w + 1,245$ "
IV. " " . . .	$k = 0,00707 w + 1,322$ "
V. " " . . .	$k = 0,00747 w + 1,395$ "
VI. " " . . .	$k = 0,00785 w + 1,463$ Gulden;

c) Wenn endlich das Körpermaass der Ablagerungen der Vergütungsbemessung zu Grunde gelegt wird, bei dem Materiale:

I. Kategorie in . . .	$k = 0,00526 w + 0,991$ Gulden
II. " " . . .	$k = 0,00574 w + 1,085$ "
III. " " . . .	$k = 0,00622 w + 1,170$ "
IV. " " . . .	$k = 0,00668 w + 1,249$ "
V. " " . . .	$k = 0,00710 w + 1,333$ "
VI. " " . . .	$k = 0,00755 w + 1,407$ Gulden.

52. Setzt man nun, um nunmehr die Grenzen zu finden, bei welchen ein Wechsel in der Wahl der Transportmittel

Platz zu greifen hat, damit die Verführung des Materials mit der nöthigen Oeconomie vor sich gehe, die Ausdrücke  $aI$  des 35. und des vorigen Art. einander gleich, so entsteht die Gleichung

$$0,01633 w + 0,204 = 0,00631 w + 1,189,$$

woraus

$$w = 98,3 \text{ Klafter}$$

sich ergibt, so dass der Transport mit zweispännigen Wagen nunmehr schon bei dieser Distanz wohlfeiler wird, als jener mittelst Scheibtruhen.

Setzt man ferner die Ausdrücke  $aI$  des 38. und des vorigen Art. einander gleich, so erhält man die Gleichung

$$0,00816 w + 0,865 = 0,00631 w + 1,189,$$

woraus

$$w = 175,2 \text{ Klafter}$$

gefunden wird, daher der Wagentransport dermalen schon bei dieser Distanz billiger sich herausstellt als jener mit zweirädrigen durch Menschenkräfte bewegten Karren.

Ferner geben die Ausdrücke  $aI$  des 43. und des vorigen Art. einander gleich gestellt die Gleichung:

$$0,00721 w + 1,045 = 0,00631 w + 1,189,$$

woraus man

$$w = 160,0 \text{ Klafter}$$

findet, wornach also der Transport mit einspännigen Karren nur bis zu dieser Distanz wohlfeiler ist, als jener mit zweispännigen Fuhrwerken.

Setzt man endlich die Ausdrücke  $aI$  des 48. und des vorigen Art. einander gleich, so zeigt die Gleichung

$$0,00541 w + 1,781 = 0,00631 w + 1,189,$$

aus welcher

$$w = 657,8 \text{ Klafter}$$

gefunden wird, dass bei einer Entfernung von beiläufig 660 Klaftern die Transportkosten ohne Wagenwechsel wohlfeiler sind, als jene mit Wagenwechsel, sofern die für den zweiten Wagen zu leistende tägliche Entschädigung, wie hier vorausgesetzt wird, den sechsten Theil der Kosten eines zweispännigen Wagens beträgt.

Hieraus und aus den früheren bezüglichlichen Untersuchungen ist abzunehmen, wie wesentlich es sei, sich in jedem speciellen Falle darüber Rechenschaft zu geben, welches der zu Gebote stehenden Transportmittel mit Rücksicht auf die stattfindenden Verführungs-Distanzen das wohlfeilste sei, um hiernach verfügen zu können.

53. Die Kosten des Transportes mit zweispännigen Fuhrwerken können über eine bestimmte Distanz hinaus ferner noch dadurch gemindert werden, dass auf je zwei in Bewegung befindliche Wagen bloß ein Wechselwagen in Verwendung kommt: dies kann bei jener Verführungsdistanz geschehen, zu deren Zurücklegung, also für die Hin- und Rückfahrt das Doppelte jener Zeit erforderlich ist, in welcher das Beladen eines Wagens beendet werden kann. Nun sind aber zu letzterer Arbeit bei der im 40. Artikel angegebenen Ladungsfähigkeit ungefähr zwei Drittheile des im 46. Artik. angeführten Gesamtzeitverlustes, also ungefähr 12 Minuten nöthig; in dieser Zeit kann das Transportmittel einen Weg von 360 Klftn. zurücklegen, beträgt also die Verführungsdistanz 360 Klftn. so reichen zwei bespannte Wagen mit einem Wechselwagen aus, indem der eine eben die Rückfahrt antritt, während der

andere vom Orte der Verladung des Materiales an den Ort seiner Verwendung oder Ablagerung sich zu begeben beginnt.

Durch eine solche Anordnung ermässigen sich die Transportkosten von 7t auf 6,5t, es ist sonach  $f$  mit 6,5t in Rechnung zu bringen, sofern die im 50. Art. enthaltenen Formeln zur weiteren Transportkostenberechnung benützt werden wollen: für  $t = 0,70$  Gulden und mit Zuschlag von 3 Percent für Regieauslagen ist sonach für solche Annahmen  $f = 4,6865$  Gulden, während  $t = 0,721$  zu setzen sein wird.

Führt man statt  $f$  und  $t$  die Werthe in den Formeln des 50. Artikels ein, so gelangt man zu nachfolgenden Ausdrücken:

a) Wenn die Vergütung nach den Abtrags-Cubicmaassen erfolgt, bei dem Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00586 w + 1,130$ Gulden
II. "	$k = 0,00651 w + 1,251$ "
III. "	$k = 0,00716 w + 1,373$ "
IV. Kategorie	$k = 0,00781 w + 1,494$ Gulden
V. "	$k = 0,00846 w + 1,616$ "
VI. "	$k = 0,00911 w + 1,737$ Gulden;

b) Wenn die Vergütung nach dem Auftrags-Cubicmaasse bemessen wird, bei dem Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00533 w + 1,027$ Gulden
II. "	$k = 0,00576 w + 1,107$ "
III. "	$k = 0,00617 w + 1,183$ "
IV. "	$k = 0,00656 w + 1,255$ "
V. "	$k = 0,00694 w + 1,325$ "
VI. "	$k = 0,00729 w + 1,388$ Gulden;

c) Wird endlich die Vergütung nach dem Ablagerungs-Cubicmaasse geleistet, bei dem Materiale:

I. Kategorie	$k = 0,00488 w + 0,941$ Gulden
II. "	$k = 0,00533 w + 1,030$ "
III. "	$k = 0,00578 w + 1,112$ "
IV. "	$k = 0,00620 w + 1,186$ "
V. "	$k = 0,00661 w + 1,262$ "
VI. "	$k = 0,00701 w + 1,336$ Gulden.

Setzt man nunmehr die Ausdrücke  $aI$  des 48. und des vorliegenden Artikels einander gleich, so zeigt die so entstehende Gleichung

$$0,00541 w + 1,781 = 0,00586 w + 1,130,$$

worans

$$w = 1479,5 \text{ Klafter}$$

gefunden wird, so dass in dem in Rede stehenden Falle, wenn nämlich auf je zwei bespannte Wagen ein Wechselwagen verwendet werden kann, die Transportkosten erst bei einer Entfernung von 1200 1300 Klaftern jenen des Transportes ohne Wechselwagen sich gleich, und erst darüber hinaus sich höher als letztere stellen.

54. Das nähere Verhältniss der einzelnen Transportkosten für die drei verschiedenen Wagenbenützungsweisen sind aus nachfolgenden nach den Formeln des 48., 51. und des vorigen Artikels unter Einführung specieller Werthe für  $w$  berechneten Tabellen ersichtlich:

Transportkosten für zweispännige Fuhrwerke ohne Wagenwechsel in Gulden.

Verführ.-Dist. Klftr.	Bei Abträgen						Bei Aufträgen						Bei Ablagerungen					
	C a t e g o r i e						C a t e g o r i e						C a t e g o r i e					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
50	2,05	2,24	2,43	2,62	2,81	3,00	1,86	2,01	2,16	2,29	2,42	2,54	1,71	1,87	2,02	2,16	2,31	2,44
60	2,11	2,30	2,50	2,69	2,88	3,08	1,91	2,06	2,21	2,35	2,48	2,61	1,75	1,91	2,07	2,22	2,37	2,50
70	2,16	2,36	2,56	2,76	2,96	3,17	1,96	2,12	2,27	2,41	2,54	2,67	1,80	1,96	2,13	2,28	2,43	2,57
80	2,21	2,42	2,63	2,83	3,04	3,25	2,01	2,17	2,33	2,47	2,61	2,74	1,84	2,01	2,18	2,33	2,49	2,63
90	2,27	2,48	2,69	2,90	3,12	3,34	2,06	2,22	2,38	2,53	2,67	2,81	1,89	2,06	2,23	2,39	2,55	2,70
100	2,32	2,54	2,76	2,98	3,20	3,42	2,11	2,28	2,44	2,59	2,74	2,87	1,94	2,11	2,29	2,45	2,61	2,76
120	2,43	2,66	2,89	3,13	3,36	3,59	2,21	2,38	2,55	2,71	2,86	3,01	2,03	2,21	2,40	2,56	2,74	2,89
140	2,54	2,78	3,03	3,27	3,51	3,76	2,30	2,49	2,67	2,83	2,99	3,14	2,12	2,31	2,50	2,68	2,86	3,02
160	2,65	2,90	3,16	3,41	3,66	3,93	2,40	2,60	2,78	2,95	3,12	3,28	2,21	2,41	2,61	2,79	2,98	3,15
180	2,75	3,02	3,29	3,56	3,82	4,10	2,50	2,70	2,90	3,07	3,25	3,41	2,30	2,50	2,71	2,91	3,10	3,28
200	2,86	3,14	3,42	3,70	3,98	4,26	2,60	2,81	3,01	3,20	3,38	3,55	2,39	2,60	2,82	3,02	3,23	3,41
220	2,97	3,26	3,56	3,85	4,13	4,43	2,70	2,91	3,12	3,32	3,50	3,68	2,48	2,70	2,93	3,14	3,35	3,54
240	3,08	3,38	3,69	3,99	4,29	4,60	2,79	3,02	3,24	3,44	3,63	3,82	2,57	2,80	3,03	3,25	3,47	3,67
260	3,19	3,50	3,82	4,13	4,44	4,77	2,89	3,13	3,36	3,56	3,76	3,95	2,66	2,90	3,14	3,37	3,59	3,80
280	3,30	3,62	3,95	4,28	4,60	4,94	2,99	3,23	3,47	3,68	3,89	4,08	2,75	3,00	3,25	3,48	3,72	3,93
300	3,41	3,74	4,09	4,42	4,75	5,11	3,09	3,34	3,58	3,80	4,02	4,22	2,84	3,10	3,35	3,60	3,84	4,06
350	3,67	4,04	4,42	4,78	5,14	5,53	3,33	3,61	3,87	4,10	4,34	4,56	3,06	3,34	3,62	3,88	4,14	4,38
400	3,95	4,34	4,75	5,15	5,53	5,95	3,58	3,87	4,15	4,41	4,68	4,89	3,29	3,59	3,89	4,17	4,45	4,70
450	4,22	4,64	5,08	5,51	5,92	6,37	3,83	4,14	4,44	4,71	4,98	5,23	3,51	3,83	4,15	4,45	4,76	5,03
500	4,49	4,95	5,41	5,87	6,31	6,80	4,07	4,40	4,72	5,01	5,31	5,62	3,74	4,08	4,42	4,74	5,06	5,35
550	4,76	5,25	5,74	6,23	6,70	7,22	4,32	4,67	5,01	5,31	5,62	5,90	3,96	4,33	4,69	5,03	5,37	5,67
600	5,03	5,55	6,07	6,59	7,09	7,64	4,56	4,93	5,29	5,62	5,94	6,24	4,19	4,57	4,95	5,31	5,67	6,00
700	5,57	6,15	6,73	7,31	7,87	8,48	5,05	5,46	5,86	6,22	6,58	6,91	4,64	5,06	5,49	5,89	6,29	6,65
800	6,11	6,75	7,40	8,03	8,65	9,33	5,54	5,99	6,43	6,83	7,22	7,58	5,09	5,54	6,00	6,46	6,90	7,29
900	6,65	7,35	8,06	8,76	9,43	10,17	6,04	6,53	7,00	7,43	7,86	8,25	5,54	6,05	6,55	7,03	7,51	7,94
1000	7,19	7,95	8,72	9,48	10,21	11,02	6,53	7,06	7,57	8,04	8,50	8,93	5,99	6,54	7,08	7,61	8,12	8,59
1100	7,73	8,55	9,38	10,20	10,99	11,86	7,02	7,59	8,14	8,64	9,14	9,60	6,45	7,03	7,62	8,18	8,73	9,23
1200	8,27	9,15	10,04	10,92	11,77	12,70	7,51	8,12	8,71	9,25	9,78	10,27	6,90	7,52	8,15	8,75	9,35	9,88
1300	8,81	9,75	10,70	11,64	12,54	13,56	8,00	8,65	9,28	9,85	10,42	10,95	7,35	8,02	8,68	9,33	9,96	10,53
1400	9,36	10,35	11,37	12,37	13,32	14,39	8,49	9,18	9,85	10,46	11,06	11,62	7,80	8,51	9,22	9,90	10,57	11,17
1500	9,90	10,95	12,03	13,09	14,10	15,24	8,98	9,71	10,42	11,06	11,70	12,29	8,25	9,00	9,75	10,47	11,18	11,82

# Transportkosten für zweispännige Fuhrwerke mit ganzem Wagenwechsel.

Ver- führ.- Dist. Klfr.	Bei Abträgen						Bei Aufträgen						Bei Ablagerungen					
							C a t e g o r i e											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
120	1,95	2,16	2,37	2,59	2,80	3,01	1,77	1,91	2,04	2,17	2,29	2,41	1,62	1,77	1,92	2,05	2,19	2,31
140	2,07	2,30	2,53	2,73	2,98	3,21	1,88	2,03	2,18	2,31	2,44	2,56	1,73	1,89	2,04	2,18	2,33	2,46
160	2,20	2,44	2,68	2,92	3,16	3,41	1,99	2,16	2,30	2,45	2,59	2,72	1,83	2,00	2,17	2,32	2,47	2,62
180	2,32	2,58	2,84	3,09	3,35	3,60	2,11	2,28	2,44	2,59	2,74	2,88	1,94	2,12	2,29	2,45	2,61	2,77
200	2,45	2,72	2,99	3,26	3,53	3,80	2,22	2,41	2,58	2,74	2,89	3,03	2,04	2,23	2,41	2,59	2,75	2,92
220	2,58	2,86	3,15	3,43	3,71	4,00	2,34	2,53	2,71	2,88	3,04	3,19	2,15	2,35	2,54	2,72	2,90	3,07
240	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,19	2,45	2,65	2,84	3,02	3,19	3,35	2,25	2,46	2,66	2,85	3,04	3,22
260	2,83	3,14	3,45	3,76	4,08	4,39	2,57	2,78	2,97	3,16	3,34	3,50	2,36	2,58	2,79	2,98	3,18	3,37
280	2,96	3,28	3,61	3,93	4,26	4,59	2,68	2,90	3,11	3,30	3,49	3,66	2,46	2,69	2,91	3,12	3,32	3,52
300	3,08	3,42	3,76	4,10	4,44	4,79	2,80	3,03	3,24	3,44	3,64	3,82	2,57	2,81	3,04	3,25	3,46	3,67
350	3,40	3,78	4,15	4,52	4,90	5,28	3,08	3,34	3,57	3,80	4,01	4,21	2,83	3,09	3,35	3,59	3,82	4,05
400	3,71	4,18	4,54	4,94	5,36	5,77	3,37	3,65	3,91	4,15	4,38	4,60	3,10	3,38	3,66	3,92	4,17	4,43
450	4,08	4,48	4,92	5,36	5,81	6,26	3,65	3,96	4,24	4,50	4,76	5,00	3,36	3,67	3,97	4,26	4,53	4,80
500	4,34	4,83	5,31	5,79	6,27	6,75	3,94	4,27	4,57	4,86	5,13	5,39	3,62	3,96	4,28	4,59	4,88	5,18
550	4,66	5,18	5,69	6,21	6,73	7,25	4,23	4,58	4,90	5,21	5,50	5,78	3,88	4,24	4,59	4,92	5,24	5,56
600	4,98	5,53	6,08	6,63	7,18	7,74	4,51	4,89	5,24	5,56	5,88	6,17	4,15	4,53	4,90	5,26	5,59	5,94
650	5,31	5,88	6,45	7,03	7,61	8,19	4,80	5,19	5,57	5,95	6,33	6,71	4,44	4,83	5,21	5,57	5,93	6,29
700	5,61	6,23	6,85	7,47	8,10	8,72	5,08	5,51	5,90	6,27	6,62	6,96	4,67	5,10	5,50	5,93	6,30	6,69
750	5,91	6,58	7,22	7,86	8,50	9,14	5,36	5,83	6,23	6,61	6,98	7,37	4,96	5,40	5,81	6,25	6,63	7,01
800	6,24	6,93	7,62	8,31	9,01	9,71	5,66	6,13	6,57	6,98	7,37	7,74	5,20	5,68	6,15	6,59	7,01	7,45
850	6,57	7,28	7,99	8,69	9,40	10,10	5,96	6,43	6,89	7,33	7,76	8,12	5,49	5,99	6,45	6,93	7,39	7,86
900	6,87	7,64	8,40	9,15	9,92	10,69	6,23	6,75	7,23	7,69	8,12	8,53	5,73	6,25	6,83	7,39	7,93	8,43
950	7,17	7,97	8,74	9,51	10,28	11,05	6,50	7,03	7,53	8,01	8,47	8,91	6,00	6,53	7,11	7,69	8,25	8,80
1000	7,50	8,34	9,17	10,00	10,83	11,67	6,80	7,37	7,90	8,39	8,87	9,31	6,25	6,83	7,40	8,01	8,60	9,14
1100	8,13	9,04	9,94	10,84	11,75	12,66	7,37	7,99	8,56	9,10	9,61	10,10	6,78	7,40	8,01	8,63	9,27	9,85
1200	8,76	9,74	10,71	11,68	12,66	13,64	7,94	8,61	9,23	9,81	10,36	10,88	7,30	7,97	8,63	9,27	9,85	10,47
1300	9,39	10,44	11,48	12,52	13,57	14,63	8,52	9,23	9,89	10,51	11,11	11,67	7,82	8,55	9,26	9,93	10,56	11,22
1400	10,02	11,15	12,26	13,36	14,49	15,61	9,09	9,85	10,56	11,22	11,85	12,45	8,36	9,12	9,88	10,60	11,27	11,98
1500	10,65	11,85	13,03	14,21	15,40	16,59	9,66	10,47	11,22	11,94	12,66	13,24	8,88	9,70	10,50	11,27	11,98	12,73

Die Benützung dieser Transportweise kann nach dem im Wechselwagen beim Eintreffen des leeren Wagens noch nicht vollständig geladen ist.

53. Artikel Gesagten übrigens auch erst bei einer Entfernung von ungefähr 180 Klaftern Platz greifen, da sonst der

## Transportkosten für zweispännige Fuhrwerke mit halbem Wagenwechsel.

Ver- führ.- Dist. Klfr.	Bei Abträgen						Bei Aufträgen						Bei Ablagerungen					
							C a t e g o r i e											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
200	2,30	2,55	2,81	3,06	3,31	3,56	2,09	2,26	2,42	2,57	2,71	2,85	1,92	2,10	2,27	2,43	2,58	2,74
220	2,42	2,68	2,95	3,21	3,48	3,74	2,20	2,37	2,54	2,70	2,85	2,99	2,01	2,20	2,38	2,55	2,72	2,88
240	2,54	2,81	3,09	3,37	3,65	3,92	2,31	2,49	2,66	2,83	2,99	3,14	2,11	2,31	2,50	2,67	2,85	3,02
260	2,65	2,94	3,23	3,52	3,82	4,11	2,41	2,60	2,79	2,96	3,13	3,28	2,21	2,42	2,61	2,80	2,98	3,16
280	2,77	3,07	3,38	3,68	3,98	4,29	2,52	2,72	2,91	3,09	3,27	3,43	2,31	2,52	2,73	2,92	3,11	3,30
300	2,89	3,20	3,52	3,84	4,15	4,47	2,63	2,84	3,03	3,22	3,41	3,58	2,41	2,63	2,85	3,05	3,25	3,44
350	3,18	3,53	3,88	4,23	4,58	4,93	2,89	3,12	3,34	3,55	3,75	3,94	2,65	2,90	3,14	3,36	3,58	3,79
400	3,47	3,86	4,24	4,62	5,00	5,38	3,16	3,41	3,65	3,88	4,10	4,30	2,89	3,16	3,42	3,67	3,91	4,14
450	3,77	4,18	4,60	5,01	5,42	5,84	3,43	3,70	4,06	4,21	4,45	4,67	3,14	3,43	3,71	3,98	4,24	4,49
500	4,06	4,51	4,95	5,40	5,85	6,29	3,69	3,99	4,27	4,54	4,80	5,03	3,38	3,66	3,96	4,29	4,60	4,90
550	4,35	4,83	5,31	5,79	6,27	6,75	3,96	4,28	4,58	4,86	5,14	5,40	3,63	3,96	4,23	4,58	4,91	5,23
600	4,65	5,16	5,67	6,18	6,69	7,20	4,23	4,56	4,89	5,19	5,49	5,76	3,87	4,23	4,57	4,92	5,26	5,59
650	4,94	5,48	6,03	6,57	7,12	7,66	4,49	4,85	5,19	5,52	5,84	6,13	4,11	4,49	4,87	5,22	5,56	5,89
700	5,23	5,81	6,39	6,96	7,54	8,11	4,76	5,14	5,50	5,85	6,18	6,49	4,36	4,76	5,16	5,53	5,89	6,24
750	5,53	6,13	6,74	7,35	7,96	8,57	5,02	5,43	5,81	6,18	6,53	6,86	4,60	5,03	5,45	5,84	6,22	6,59
800	5,82	6,46	7,10	7,74	8,38	9,03	5,29	5,72	6,12	6,50	6,88	7,22	4,85	5,29	5,74	6,15	6,55	6,94
850	6,11	6,78	7,46	8,13	8,81	9,48	5,56	6,00	6,43	6,83	7,22	7,58	5,09	5,56	6,03	6,46	6,88	7,29
900	6,40	7,11	7,82	8,52	9,23	9,94	5,82	6,29	6,74	7,16	7,57	7,95	5,33	5,83	6,31	6,77	7,21	7,65
950	6,70	7,44	8,18	8,91	9,65	10,39	6,09	6,58	7,04	7,49	7,92	8,31	5,58	6,09	6,60	7,08	7,54	8,00
1000	6,99	7,76	8,53	9,30	10,08	10,85	6,36	6,87	7,35	7,82	8,27	8,68	5,82	6,36	6,89	7,39	7,87	8,35
1100	7,58	8,41	9,25	10,09	10,92	11,76	6,89	7,44	7,97	8,47	8,96	9,41	6,31	6,89	7,47	8,01	8,53	9,05
1200	8,16	9,06	9,97	10,87	11,76	12,67	7,42	8,02	8,59	9,13	9,65	10,14	6,80	7,43	8,05	8,63	9,19	9,75
1300	8,75	9,71	10,68	11,65	12,61	13,58	7,96	8,60	9,20	9,78	10,35	10,87	7,29	7,96	8,63	9,25	9,86	10,45
1400	9,33	10,37	11,40	12,43	13,46	14,49	8,49	9,17	9,82	10,44	11,04	11,59	7,77	8,49	9,20	9,87	10,52	11,15
1500	9,92	11,02	12,11	13,21	14,31	15,40	9,02	9,75	10,44	11,10	11,74	12,32	8,26	9,03	9,78	10,49	11,18	11,86

Unter ganzem Wagenwechsel wird jener, wo auf jedes bespannte Fuhrwerk, und unter halbem Wagenwechsel wird jener, wo nur auf je zwei bespannte Wagen ein leerer Wagen zum Wechsel im Materialgewinnungsorte zum Beladen bereit gehalten wird. Der letztere kann nach Artik. 53 erst bei einer Distanz pr. 360 Klafter Platz greifen.

e) Kosten des Transportes mittelst vierräderiger, durch Menschenkraft bewegter Bahnwagen.

55. Werden bei den vierräderigen Bahnwagen als bewegendende Kraft Menschen verwendet, so erscheint es am ökonomischsten hiezu stets 4 Mann anzustellen, und diesen auch das Beladen und Entladen des Transportmittels zu überlassen, zu diesem Ende also das zu verführende Materiale vor-



hinein stets so nahe an den zu benützenden Geleisen abgelagert vorzubereiten, dass es mit lediglichem Handwurfe auf die Bahnwagen verladen werden kann. Bei einer solchen Anordnung entfällt bei der Berechnung der Transportkosten der mit dem Beladen und Entladen für die Bewegung des Transportmittels erwachsende Zeitverlust, da diese Zeit den Arbeitern als Entschädigung für das Auf- und Abladen besonders zu vergüten sein wird, und bei der Verfassung von Kostenvoranschlägen als Auslage für das Beladen und Entladen der Transportmittel nebst der ersten Gewinnung des Materials und seiner Ablagerung entlang der für die Bahnwagenfahrten bestimmten Geleise in Rechnung zu bringen ist.

Nebst diesen Kosten sind ferner in Rechnung zu bringen die Kosten der Anlage dieser Geleise und ihrer Abnutzung und späteren Abtragung, wo dieselben nicht als definitive Bahnanlagen benützt zu werden bestimmt sind, also als unvermeidliche Oberbankkosten nicht dem Materialtransporte zur Last fallen.

Unter Absehung von allen diesen Nebenumständen ergeben sich für die Berechnung der Transportkosten an und für sich für horizontale Bahnstrecken nachfolgende Anhaltspunkte:

Als Auslage für die bewegende Kraft wird  $f$  mit  $4t$  sammt einem fünfprocentigen Zuschlage für die Abnutzung der Bahnwagen einzuführen sein, wenn  $t$  wie bisher den landesüblichen Taglohn eines Handlagers bezeichnet.

Die Anzahl der täglichen Arbeitsstunden bleibt dieselbe, wie beim Schiebkarren und dem Transporte mit zweirädrigen Karren, oder es ist wie dort  $m = 10$  Stunden.

Die Ladungsfähigkeit hängt wesentlich von dem mehr oder weniger vollkommenen Zustande der Geleise ab, auf welchen der Transport stattfinden soll; im Allgemeinen dürfen dieselben als noch nicht so vollständig hergestellt angenommen werden, wie es ein regelmässiger Verkehr mit Locomotiven erfordert, da der in Rede stehende Bahnwagentransport gewöhnlich zu einer Zeit stattfindet, wo der Bahnkörper noch in der Herstellung befindlich ist, und durch die Zufuhr des Materials mittelst Bahnwagen erst seiner Vervollständigung entgegengeht: eine weitere Grenze für die Ladungsfähigkeit liegt in der Stärke der Wagenachsen, welche um nicht über ihre natürliche Elasticität hinaus in Anspruch genommen zu werden, und so einem baldigen Bruche entgegenzugehen, nicht mit jeder beliebigen noch bewegbaren Last bebürdet werden dürfen. Aus beiden Rücksichten soll dieselbe daher bei den zum Oberbau-Materialtransport allenthalben in Verwendung stehenden Bahnwagen auf das 40fache der Ladungsfähigkeit eines Schiebkarrens, d. i. auf  $n = 4800$  Pfund beschränkt werden.

Im Cubicmaasse ausgedrückt erhält man sonach als Ladungsfähigkeit der Bahnwagen noch folgende Werthe:

Wenn die Bemessung der Leistung nach dem Cubicmaasse des Abtrages zu erfolgen hat, wird bei dem Materiale

I. Kategorie	$n = 0,246913$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,222222$ "
III. "	$n = 0,202020$ "
IV. "	$n = 0,185184$ "
V. "	$n = 0,170940$ "
VI. "	$n = 0,158730$ "

Wenn die Vergütung nach dem Cubicmaasse der Aufträge ermittelt wird, ist bei dem Materiale

I. Kategorie	$n = 0,271604$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,251111$ "
III. "	$n = 0,234234$ "
IV. "	$n = 0,220369$ "
V. "	$n = 0,208547$ "
VI. "	$n = 0,198413$ "

Wenn endlich das Cubicmaass der Ablagerung, oder was einerlei ist, jenes der Bahnwagenlast der Bemessung zu Grunde gelegt wird, hat man bei dem Materiale

I. Kategorie	$n = 0,317896$ Cub.-Klfr.
II. "	$n = 0,271111$ "
III. "	$n = 0,250505$ "
IV. "	$n = 0,233333$ "
V. "	$n = 0,218803$ "
VI. "	$n = 0,206349$ "

Bei solchen Belastungen und horizontaler Bahn kann die Geschwindigkeit des Transportmittels im belasteten Zustande auf 1500 Klafter, im entlasteten aber auf 2500 Klafter, im Durchschnitt daher auf 2000 Klafter per Stunde angeschlagen werden, daher  $c = 2000$  Klafter

sich ergibt.

Ein Zeitverlust für das Auf- und Abladen des Materials waltet nach dem im Eingange dieses Artikels Gesagten nicht in der Weise ob, dass dadurch die Transportkosten influenzirt würden. Demnach ist in der allgemeinen Transportformel des 32. Art. die Grösse  $v = 0$  zu setzen.

56. Durch Einführung der für  $m$ ,  $n$ ,  $c$  und  $v$  eben aufgestellten Werthe in jene allgemeine Transportformel erhält man statt derselben für die Berechnung der Transportkosten mittelst durch Menschenkraft bewegter Bahnwagen auf horizontalen Bahnen nachfolgende Ausdrücke:

a) Wenn die zu leistende Vergütung nach dem Cubicinhalte der Abträge bemessen wird, für das Materiale

I. Kategorie	$k = 0,000405 fw$
II. "	$k = 0,000450 fw$
III. "	$k = 0,000495 fw$
IV. "	$k = 0,000540 fw$
V. "	$k = 0,000585 fw$
VI. "	$k = 0,000630 fw$

b) Wenn die Cubicinhalte der Aufträge verrechnet werden, für das Materiale

I. Kategorie	$k = 0,000368 fw$
II. "	$k = 0,000398 fw$
III. "	$k = 0,000427 fw$
IV. "	$k = 0,000454 fw$
V. "	$k = 0,000480 fw$
VI. "	$k = 0,000504 fw$

c) Wenn endlich die Cubicinhalte der Ablagerungen vergütet werden, für das Materiale

I. Kategorie	$k = 0,000338 fw$
II. "	$k = 0,000369 fw$
III. "	$k = 0,000399 fw$
IV. "	$k = 0,000429 fw$
V. "	$k = 0,000457 fw$
VI. "	$k = 0,000485 fw$



57. Für  $f = 4t$  und  $t = 0,70$  Gulden, mehr dem 5percentigen Zuschlage für Abnützung des Bahnwagens, will sagen für

$$f = 4 \times 0,735 = 2,94 \text{ Gulden,}$$

verwandeln sich vorhergehende Ausdrücke in nachfolgende, nämlich:

a) Wenn das Cubicmaass der Abträge vergütet wird, für das Materiale

I. Kategorie in	$k = 0,00119 w$ Gulden
II. " "	$k = 0,00132 w$ "
III. " "	$k = 0,00146 w$ "
IV. " "	$k = 0,00159 w$ "
V. " "	$k = 0,00172 w$ "
VI. " "	$k = 0,00185 w$ Gulden;

b) Wenn das Cubicmaass der Aufträge der Vergütungsberechnung zu Grunde gelegt wird, für das Materiale

I. Kategorie in	$k = 0,00108 w$ Gulden
II. " "	$k = 0,00117 w$ "

III. Kategorie in	$k = 0,00125 w$ Gulden
IV. " "	$k = 0,00133 w$ "
V. " "	$k = 0,00141 w$ "
VI. " "	$k = 0,00148 w$ Gulden;

c) Wenn endlich das Cubicmaass der Ablagerungen die Grundlage bildet für die zu ermittelnden Vergütungen, bei dem Materiale

I. Kategorie in	$k = 0,00100 w$ Gulden
II. " "	$k = 0,00108 w$ "
III. " "	$k = 0,00117 w$ "
IV. " "	$k = 0,00126 w$ "
V. " "	$k = 0,00134 w$ "
VI. " "	$k = 0,00143 w$ Gulden.

Führt man statt  $w$  verschiedene specielle Werthe ein, so sind hiefür die Transportkosten für das in Rede stehende Transportmittel bei seiner Bewegung durch Menschenkraft aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Transportkosten für Bahnwagen, welche durch Menschenkräfte bewegt werden.

Ver- führ.- Dist. Klfr.	Bei Abträgen						Bei Aufträgen						Bei Ablagerungen					
	C a t e g o r i e						C a t e g o r i e						C a t e g o r i e					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
200	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,29
300	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,32	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44	0,30	0,32	0,35	0,38	0,40	0,43
400	0,48	0,53	0,58	0,64	0,69	0,74	0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,57
500	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,92	0,54	0,59	0,63	0,67	0,71	0,74	0,50	0,54	0,59	0,63	0,67	0,72
600	0,71	0,79	0,88	0,95	1,03	1,11	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,89	0,60	0,65	0,70	0,76	0,80	0,86
700	0,83	0,92	1,02	1,11	1,20	1,30	0,76	0,82	0,88	0,93	0,99	1,04	0,70	0,76	0,82	0,88	0,94	1,00
800	0,95	1,06	1,17	1,27	1,38	1,48	0,86	0,94	1,00	1,06	1,13	1,18	0,80	0,86	0,94	1,01	1,07	1,14
900	1,07	1,19	1,31	1,43	1,55	1,67	0,97	1,05	1,13	1,20	1,27	1,33	0,90	0,97	1,05	1,13	1,21	1,29
1000	1,19	1,32	1,46	1,59	1,72	1,85	1,08	1,17	1,25	1,33	1,41	1,48	1,00	1,08	1,17	1,26	1,34	1,43
1200	1,43	1,58	1,75	1,91	2,06	2,22	1,30	1,40	1,50	1,60	1,69	1,78	1,20	1,30	1,40	1,51	1,61	1,72
1400	1,67	1,85	2,04	2,23	2,41	2,59	1,51	1,64	1,75	1,86	1,97	2,07	1,40	1,51	1,64	1,76	1,88	2,00
1600	1,90	2,11	2,34	2,54	2,75	2,96	1,73	1,87	2,00	2,13	2,26	2,37	1,60	1,73	1,87	2,02	2,14	2,29
1800	2,14	2,38	2,63	2,86	3,10	3,33	1,94	2,11	2,25	2,39	2,54	2,66	1,80	1,94	2,11	2,27	2,41	2,57
2000	2,38	2,64	2,92	3,18	3,44	3,70	2,16	2,34	2,50	2,66	2,82	2,96	2,00	2,16	2,34	2,52	2,68	2,86
2500	2,98	3,30	3,65	3,98	4,30	4,63	2,70	2,93	3,13	3,33	3,52	3,70	2,50	2,70	2,93	3,15	3,35	3,58
3000	3,57	3,97	4,38	4,77	5,16	5,55	3,24	3,51	3,75	3,99	4,23	4,44	3,00	3,24	3,51	3,78	4,02	4,29
3500	4,17	4,62	5,11	5,57	6,02	6,48	3,78	4,10	4,38	4,66	4,94	5,18	3,50	3,78	4,10	4,41	4,69	5,01
4000	4,76	5,28	5,84	6,36	6,88	7,40	4,32	4,68	5,00	5,32	5,64	5,92	4,00	4,32	4,68	5,04	5,36	5,72
4500	5,36	5,94	6,57	7,15	7,74	8,33	4,86	5,26	5,62	5,99	6,35	6,66	4,50	4,86	5,26	5,67	6,03	6,44
5000	5,95	6,60	7,30	7,95	8,60	9,25	5,40	5,85	6,25	6,65	7,05	7,40	5,00	5,40	5,85	6,30	6,70	7,15
6000	7,14	7,92	8,76	9,54	10,32	11,10	6,48	7,02	7,50	7,98	8,46	8,88	6,00	6,48	7,02	7,56	8,04	8,58
7000	8,33	9,24	10,22	11,13	12,04	12,95	7,56	8,19	8,75	9,31	9,87	10,36	7,00	7,56	8,19	8,82	9,38	10,01
8000	9,52	10,56	11,68	12,72	13,76	14,80	8,64	9,36	10,00	10,64	11,28	11,84	8,00	8,64	9,36	10,08	10,72	11,44
9000	10,71	11,88	13,14	14,31	15,48	16,65	9,72	10,53	11,25	11,94	12,69	13,32	9,00	9,72	10,53	11,34	12,06	12,87
10000	11,90	13,20	14,60	15,90	17,20	18,50	10,80	11,70	12,50	13,30	14,10	14,80	10,00	10,80	11,70	12,60	13,40	14,30

Die Vergleichung dieser Tabelle mit den für die früher besprochenen Transportmittel berechneten Verführungskosten zeigt, dass in jenen Fällen, wo bei Benützung der verbleibenden Transportmittel keine bedeutende Abkürzung der Verführungsdistanz dadurch erreicht werden kann, dass das zu verführende Materiale vom Orte seiner Gewinnung nicht erst an jene Stellen verführt zu werden braucht, wo es auf die Bahnwagen verladen werden soll, trotz der Mehrauslage für das hier neuerlich nothwendig werdende Verladen desselben, die Transportkosten für Bahnwagen bei thunlicher Ausserachtlassung der Kosten für die Geleiseherstellung und deren Erhaltung geringer sind, als für jedes andere Transportmittel.

58. Es sind auch für solche Fälle nicht schwer die Grenzen zu finden, bei welchen der Transport mittelst Bahnwagen bei gegebener Entfernung des Materialgewinnungsortes von der Bahn und des Verwendungsortes vom Gewinnungsorte

und vom Vorrathsplatze auf der Bahn, das eine oder das andere Transportmittel das Vortheilhaftere zu sein aufhört.

Um dies zu erläutern, sei in einem gegebenen Falle  $d$  die Distanz, auf welche das Materiale mit Scheibtruhen verführt werden muss, um auf der Bahn entlang der Geleise in solcher Weise abgelagert zu werden, dass es von diesen Ablagerungsorten mittelst Handwurf auf Bahnwagen verladen werden kann, und  $w$  jene Entfernung, auf welche es mittelst letzterer von den Ablagerungsorten bis an die Verwendungsstelle zu verführen ist. Dabei sei die Lage des Gewinnungsortes gegen die Bahn eine solche, dass, sofern das Materiale von denselben mit zweispännigen Fuhrwerken verführt würde, die Verführungsdistanz mit

$$\delta = \sqrt{d^2 + w^2}$$

sich ergeben würde; veränderlich sei hiebei nur  $w$ , und es fragt sich, bei welchem Werthe von  $w$  hat bei gegebenem

Werthe von  $d$  der Transport mit Bahnwagen zu beginnen; sowie, sofern  $w$  eine bestimmte Grösse wäre, bei welcher Distanz  $d$  des Materialgewinnungsortes von dem Ablagerungs-orte auf und entlang der Bahn, der Bahnwagentransport aufhöre, der vortheilhaftere zu sein; das zu bewegendes Materiale gehöre der III. Categorie an, und die Vergütung sei nach dem Cubicinhalte der Aufdämmung zu bemessen.

Geschieht der Transport mit Bahnwagen, so sind zu vergüten:

a) Die erste Gewinnung des Materials und dessen Verwendung als Aufdämmungs-Material, d. i. nach Art. 27 Tabelle II, bei Einbeziehung aller Auslagen für die Nebenarbeiten in den Einheitspreis der Cubicklafter, . . . 1,08 Gulden, wenn  $t = 0,70$  Gulden angenommen wird.

b) Die Kosten des Transportes mittelst Scheibtruhen vom Gewinnungsorte bis auf die Bahn entlang der Geleise, also auf die Distanz  $d$ , also nach Art. 35  $0,01723 d + 0,22$  Guld.

c) Die Kosten des Auf- und Abladens nach und von den Bahnwagen, also nach Art. 31, den Handlangertag wieder zu 0,70 Gulden, und mit dem 5percentigen Zuschlage für Regieauslagen zu 0,735 Gulden gerechnet:

$$(0,78 + 0,39) t = 1,17 t = 1,17 \times 0,735 \dots 0,86 \text{ Gulden.}$$

d) Die Kosten des Transportes mittelst Bahnwagen auf die Entfernung  $w$  nach Art. 56 mit. . .  $0,00125 w$  Gulden.

Es belaufen sich sonach die Gesamtkosten einer Cubicklafter im vorliegenden Falle auf

$$k_1 = 0,01723 d + 0,00125 w + 2,16 \text{ Gulden.}$$

Geschieht der Transport bei ganzem Wagenwechsel mit zweispännigen Fuhrwerken vom Gewinnungsorte unmittelbar bis an den Verwendungsort unter den angegebenen Distanz-Modificationen, so sind zu vergüten:

a) Die Kosten der Gewinnung und der Verwendung des Materials, also einschliesslich aller damit verbundenen Nebenarbeiten nach Art. 27 Tab. II wie vorhin. 1,08 Gulden.

b) Die Kosten des zur Verladung auf die Wagen zuwachsenden Kraftaufwandes und der Verführung mittelst derselben auf die Distanz  $\sqrt{d^2 + w^2}$ , also nach Art. 51

$$0,00665 \sqrt{d^2 + w^2} + 1,25 \text{ Gulden.}$$

In diesem Falle betragen sonach die Gesamtkosten einer Cubicklafter

$$k_2 = 0,00665 \sqrt{d^2 + w^2} + 2,33 \text{ Gulden.}$$

Die Distanz  $w$  bei gegebenem  $d$ , oder jene  $d$  bei gegebenem  $w$ , bei welcher die Kosten für beide Transportmittel sich gleich stellen, wird daher bedingt durch die Gleichung

$$0,01723 d + 0,00125 w + 2,16 = 0,00665 \sqrt{d^2 + w^2} + 2,33,$$

$$\text{oder durch die Gleichung } 0,01723 d + 0,00125 w - 0,17 = 0,00665 \sqrt{d^2 + w^2}.$$

Wäre  $w$  oder die auf der Bahn mit Bahnwagen stattfindende Verführungsdistanz in Beziehung auf den Bevorräthigungsplatz des Materials gegeben, so findet man aus dieser Gleichung für jene Distanz, welche der Materialgewinnungsort von der Bahn haben darf, um den Bahnwagentransport noch vortheilhaft zu finden, den Ausdruck

$$d = 11,59 - 0,08525 w +$$

$$+ \sqrt{(0,17612 w^2 - 0,29437 w + 20,02)} \text{ Klfr.}$$

Wäre beispielsweise  $w = 500$  Klafter, so ist der Bahn-

wagentransport nur in solange der vortheilhaftere, als  $d$  nicht grösser als 178,52 Klafter wird; wird  $d$  grösser, so ist die directe Fahrt in der Hypothense des rechtwinkligen Dreieckes, dessen Catheten  $d$  und  $w$  sind, mit zweispännigen Fuhrern bei ganzem Wagenwechsel dem Bahnwagentransport vorzuziehen.

Da aber nach Art 52 der Wagentransport bei ganzem Wagenwechsel schon für eine Materialplatz-Distanz von 98 Klaftern wohlfeiler ist als jener mittelst Scheibtruhen, so wird, sofern  $d = 178$  Klafter und  $w = 500$  Klafter und darüber sein sollte, ein wesentlicher Gewinn durch Benützung des Bahnwagentransportes dadurch erzielt werden können, dass man das zu verwendende Material vom Gewinnungsorte bis auf den Bevorräthigungsort entlang der Bahngeleise mit zweispännigen Fuhrwerken und ganzem Wagenwechsel zuführen lässt.

Wäre beispielsweise  $d = 180$  Klafter,  $w = 500$  Klafter, so würden sich die Kosten des Transportes für die berührten drei verschiedenen Transportweisen in folgender Weise herausstellen:

a) Bei unmittelbarem Transport mit zweispännigem Fuhrwerk und ganzem Wagenwechsel vom Gewinnungs- nach dem Verwendungsorte mit

$$k_2 = 3,53 + 2,33 = 5,86 \text{ Gulden.}$$

b) Bei Benützung von Scheibtruhen zum Transporte vom Gewinnungs- bis zum Bevorräthigungsorte auf der Bahn, und von hier aus weiter unter Benützung der Bahnwagen mit

$$k_1 = 3,10 + 0,63 + 2,16 = 5,89.$$

c) Sofern endlich die Bevorräthigung des Materials vom Materialplatze aus nach der Bahn mittelst Fuhrwerken und Wagenwechsel, und von hier aus weiter der Transport des Materials mittelst Bahnwagen durchgeführt wird, mit

$$k = 0,00665 d + 0,00125 w + 3,19 \\ = 1,19 + 0,63 + 3,19 = 4,81.$$

Die Entfernung  $w$ , bei welcher für eine gegebene Distanz  $d$  des Materialgewinnungsortes von der Bahn, der Transport mit Bahnwagen, trotz der vorerst mittelst Scheibtruhen Platz zu greifenden Bevorräthigung des Materials auf der Bahn, vortheilhafter zu werden beginnt, als die unmittelbare Verführung des Materials mittelst zweispänniger Fuhrwerke und ganzem Wagenwechsel in der Hypotenuse des Dreieckes, dessen Catheten  $d$  und  $w$  sind, wird gefunden aus der früher aufgestellten Transportgleichheits-Bedingungsgleichung mit

$$w = 0,50486 d - 4,98 + \\ + \sqrt{(6,17725 d^2 - 142,3474 d + 702,2616)} \text{ Klfr.}$$

Wäre beispielsweise  $d = 100^\circ$ , so fände man  $w = 265^\circ$ ; es ist also, sobald das Materiale über 265 Klafter weit mit Bahnwagen verführt werden soll, diese Transportweise selbst bei einem 100 Klafter von der Bahn entfernten Materialgewinnungsorte vortheilhafter, als die directe Verführung mit Fuhrwerken.

Für  $w = 300$  Klafter und  $d = 100$  Klafter ergeben sich als Kosten des Transportes nach beiden Transportweisen nachfolgende Beträge:

a) Wenn das Materiale mit Scheibtruhon bis zu den Geleisen, und von hier aus mit Bahnwagen weiter verführt wird, ist

$$k_1 = 1,72 + 0,37 + 2,16 = 4,25 \text{ Gulden.}$$

b) Wenn es mit zweispännigen Fuhrwerken und ganzem Wagenwechsel direct an den Verwendungsort gebracht wird, ist

$$k_2 = 2,10 + 2,33 = 4,43 \text{ Gulden.}$$

59. Anders gestalten sich die Ausdrücke, welche die im vorigen Artikel besprochenen Grenzen bedingen, wenn die Lage des Materialgewinnungsortes solcher Art ist, dass mit dem Fuhrwerke derselbe Weg  $\delta$  zurückgelegt werden muss, welcher beim Platzgreifen des Bahnwagentransportes mit den Scheibtruhon und den Bahnwagen genommen wird, also solcher Art, dass

$$\delta = d + w \text{ ist.}$$

Bei solcher Sachlage und unter sonst im vorigen Artikel angenommenen Verhältnissen hat man für die Kosten einer Cubicklafter des Materials einschliesslich seiner Gewinnung und Anarbeitung wie früher den Ausdruck

$$k_1' = 0,01723 d + 0,00125 w + 2,16 \text{ Gulden,}$$

sofern der Transport durch Mitbenützung von Bahnwagen vermittelt werden soll.

Sollte hingegen zweispänniges Fuhrwerk mit ganzem Wagenwechsel zur Materialverführung verwendet werden, so ergibt sich für die Kosten einer Cubicklafter der auszuführenden Erdarbeit einschliesslich der Gewinnungs- und Anarbeitungskosten der Ausdruck

$$k_2 = 0,00665 (d + w) + 2,33 \text{ Gulden.}$$

Demnach muss, wenn beiderlei Transportkosten sich gleich hoch herausstellen sollen, der Gleichung

$$0,01723 d + 0,00125 w + 2,16 = 0,00665 (d + w) + 2,33$$

Genüge geleistet werden.

Aus dieser die Entfernung  $d$  bei gegebener Distanz  $w$  bedingenden Gleichung ergibt sich

$$d = 16,07 + 0,5104 w \text{ Klafter}$$

und

$$w = 1,9593 d - 31,48 \text{ Klafter.}$$

60. Erstere Gleichung gibt beispielsweise für  $w = 300$  Klafter die Distanz  $d = 169$  Klafter; letztere für beispielsweise  $d = 100$  Klafter die Entfernung  $w = 164$  Klafter; so lange also bei einer auf der Bahn auf 300 Klafter Entfernung mittelst Bahnwagen stattzufindenden Verführung die Entfernung des Materialgewinnungsortes von der Bahn unter 169 Klafter beträgt, und sobald bei einem 100 Klafter von der Bahn entfernten Materialplatze das Material auf der Bahn über 163 Klafter hinaus zu verführen ist, ist der Transport unter Benützung der Scheibtruhon und Bahnwagen der öconomischere; eine noch grössere Oeconomie aber ist erzielbar, wenn bei 98 Klafter überschreitenden Entfernungen des Materialgewinnungsortes bis zum Ablagerungsorte behufs der Verladung des Materials auf die Bahnwagen der Wagen-transport mit ganzem Wagenwechsel statt des Transportes mittelst Scheibtruhon eingeleitet wird:

So ist für  $d = 150$  Klafter, und  $w = 300$  Klafter, wenn das Material mit Scheibtruhon bis zur Bahn geführt wird.

$$k_1 = 2,58 + 0,38 + 2,16 = 5,12 \text{ Gulden,}$$

dagegen

$$k_2 = 3,00 + 2,33 = 5,33 \text{ Gulden.}$$

Ferner erhält man bei gleicher Zufuhrweise des Materials vom Gewinnungsorte bis zur Bahn für  $d = 100$  Klafter, und  $w = 200$  Klafter:

$$k_1 = 1,72 + 0,25 + 2,16 = 4,13 \text{ Gulden,}$$

dagegen

$$k_2 = 2,00 + 2,33 = 4,33.$$

Wird dagegen das Material vom Gewinnungsorte bis zum Bevorräthigungsorte auf der Bahn mit zweispännigem Fuhrwerke und Wagenwechsel zugeführt, so ergeben sich als Gesamttransport- und Verwendungskosten mittelst dieser und des hierauf eintretenden Weitertransports mittelst Bahnwagen ersteren Falles

$$k_1 = 1,00 + 0,38 + 3,19 = 4,57 \text{ Gulden,}$$

und letzteren Falles

$$k_2 = 0,67 + 0,25 + 3,19 = 4,11 \text{ Gulden;}$$

ersteren Falles wird also durch das Platzgreifen des Wagen-transportes ein Ersparniss von 55 Kreuzern per Cubicklafter erzielt; letzteren Falles aber eine 2 Kreuzer betragende Preisermässigung herbeigeführt.

(Fortsetzung folgt.)

## Theorie der geschlossenen calorischen Maschine von Laubroy und Schwartzkopf in Berlin.

Von Gustav Schmidt, k. k. Kunstmeister.

Die calorischen Maschinen werden nach Redtenbacher in zwei Categorien getheilt; in offene und geschlossene. Offene Maschinen sind jene, bei welchen nach jedem Kolbenspiel wieder ein neues Luftquantum zur Thätigkeit kommt, indem das bei dem vorhergehenden Kolbenspiel angesaugte Luftquantum von der Maschine wieder in die Atmosphäre ausgestossen wird. Zu diesem Maschinensystem gehört sowohl die grosse erste Ericsson'sche Schiffsmaschine, wie auch die jetzt häufig zur Ausführung gekommene kleine Ericsson'sche Maschine (Dingler's Journal B. 159 S. 82) für Kleingewerbe.

Letztere benöthigt nach übereinstimmenden mehrfachen Angaben auf Grundlage der Leistungserhebung mittelst des Prony'schen Zaums die bedeutende Menge von etwa 15 Pfd. Kohle per Pferdekraft und Stunde\*), weil die heisse Luft aus der Maschine ausgestossen wird, ohne dass sie irgend eine Gelegenheit hat, einen Theil ihrer hohen Temperatur nutzbringend abzugeben, und weil der Mechanismus in Folge grosser Pressungen bei den ungünstigen Hebelstellungen und in Folge vieler vorkommender Stösse kraftraubend genannt werden muss. Auch macht das kleine Maschinchen bei dem Auf- und Zuschlagen der Saugeklappen und bei dem Ausstossen der heissen Luft verhältnissmässig viel Lärm.

Ueber die zweite Kategorie von calorischen Maschinen, über die geschlossenen Maschinen, ist bis jetzt sehr

\*) Versuche von Prof. C. H. Schmidt in Stuttgart. Dingler's Journal B. 159 S. 407.

wenig bekannt geworden. Sie sollen die Aufgabe lösen, Wärme in Arbeit umzusetzen, ohne dass der Träger der Wärme, die atmosphärische Luft, die abgeschlossene Maschine verlässt, blos dadurch, dass die Luft einem continuirlichen Kreisprocesse unterworfen wird. Ein solcher theoretischer Kreisprocess ist schon im Jahre 1824 von S. Carnot publicirt und in Redtenbacher's Dynamidensystem S. 46 und Zeuner's Wärmetheorie S. 58 analytisch durchgeführt worden. Er ist jedoch, was beiden Schriftstellern entgangen ist, nicht practisch ausführbar, weil man bei diesem Kreisprocess eine Abkühlung der Luft bis auf  $80^{\circ}\text{C}$ . bewerkstelligen müsste, wenn die Maximaltemperatur  $300^{\circ}$  sein soll, oder sich eine Steigerung der letzteren bis auf  $500^{\circ}$  gefallen lassen müsste, wenn die Minimaltemperatur  $24^{\circ}$  betragen sollte.

Dieser Carnot'sche Kreisprocess war folgender:

1. Erhitzung der Luft bei constantem Volumen,
2. Expansion der heissen Luft,
3. Abkühlung der Luft bei constantem Volumen,
4. Compression der kalten Luft bis zur vollständigen Erreichung des Anfangszustandes.

Es lässt sich jedoch ein anderer practisch realisirbarer Kreisprocess aufstellen:

1. Erhitzung comprimirt Luft bei constantem Druck,

2. Expansion der heissen Luft,
3. Abkühlung der Luft bei constantem Druck,
4. Compression der kalten Luft bis zur vollständigen Erreichung des Anfangszustandes.

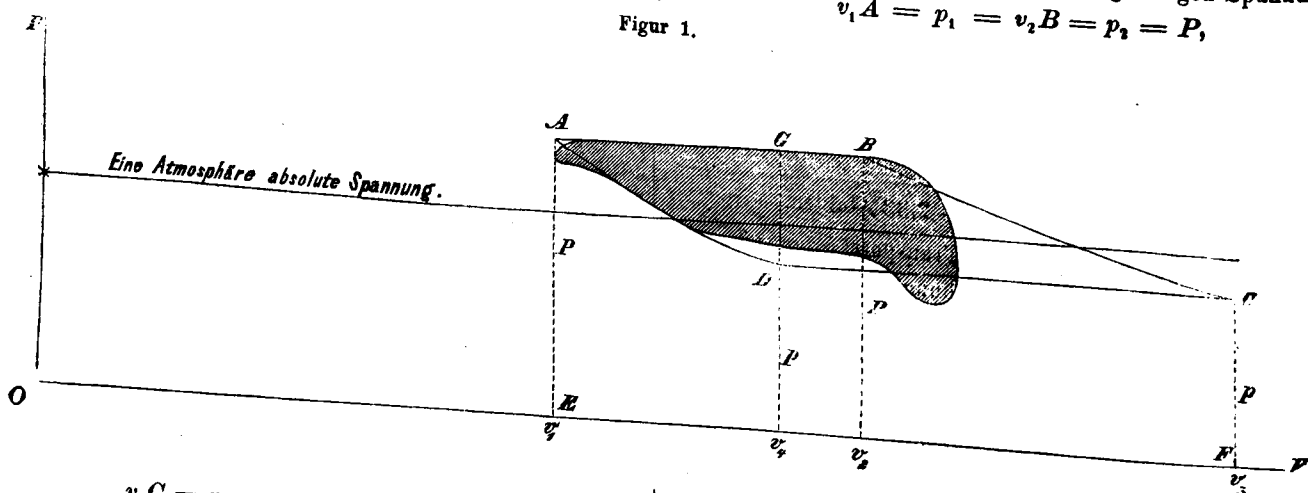
Dieser Kreisprocess ist es, welcher, wie im Nachstehenden gezeigt werden soll, bei der von Schwartzkopff gebauten Laubroy'schen Maschine zur Ausführung gekommen ist; zwar nicht in seiner Vollkommenheit, sondern mit Uebergang der einzelnen Perioden in einander, dennoch aber so, dass die wirklich producirt Arbeit nur etwa um  $\frac{1}{4}$  geringer ist, als die bei gleichen Spannungsverhältnissen mögliche theoretische Arbeit.

Derselbe Kreisprocess liegt auch der neuesten für Schweden patentirten Ericsson'schen Maschine (Dingler's Journal B. 159 S. 161) zu Grunde, welche aber viel complicirter angeordnet ist, als die Laubroy'sche Maschine.

Um sich vorerst zu überzeugen, dass durch den oben bezeichneten Kreisprocess wirklich Arbeit producirt, und folglich nothwendiger Weise das äquivalente Maass an Wärme consumirt werde, sei in Fig. 1:  $OV$  die Abscissenlinie, auf welcher die Volumen  $v_1, v_2, v_3, v_4$  aufgetragen werden, und  $OP$  die Ordinatenachse, der parallel die zugehörigen Spannungen:

$$v_1 A = p_1 = v_2 B = p_2 = P,$$

Figur 1.



und

$$v_3 C = p_3 = v_4 D = p_4 = p.$$

aufgetragen werden. Beim Uebergang vom Volumen  $v_1$  zu  $v_2$  und  $v_3$  wird daher eine Arbeit gleich dem Flächenraum  $ABCFE$  producirt; beim Uebergang vom Volumen  $v_3$  zu  $v_4$  und  $v_1$  wird aber nur eine Wirkung gleich dem Flächenraum  $FCD AE$  consumirt, also wird bei dem ganzen Kreisprocess eine Arbeit  $= ABCD$  producirt, was nur dadurch möglich ist, dass die in der Abkühlungsperiode entzogene Wärmemenge kleiner ist, als die in der Erhitzungsperiode zugeführte Wärmemenge, woraus sich wieder von vorne herein ergibt, dass die Temperaturdifferenz  $t_2 - t_1$  bei der Erhitzung grösser sein muss, als die Temperaturdifferenz  $t_3 - t_4$  bei der Abkühlung, was denn auch die Rechnung bestätigen wird.

Die schraffierte Fläche deutet das bei der Laubroy'schen Maschine mittelst eines Indicators wirklich erhaltene Diagramm an.

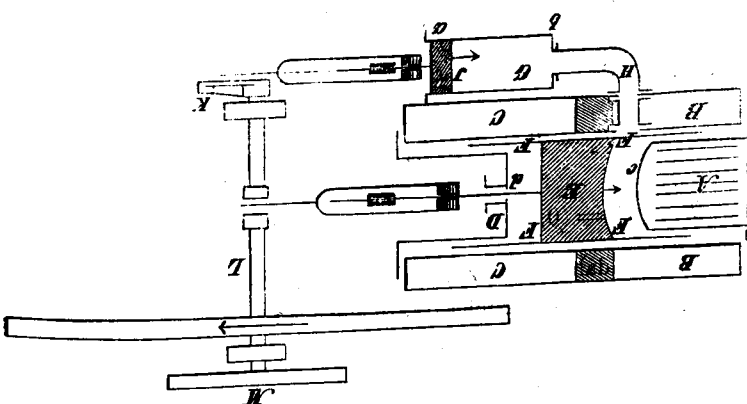
Wie man sieht, ist ein characteristischer Unterschied der geschlossenen Maschinen, gegenüber den offenen, der, dass

man unter allen Umständen nicht nur einen Erhitzungs-, sondern auch einen Abkühlungsapparat benöthigt.

Nach dieser Einleitung übergehen wir zu der Beschreibung und Berechnung der Laubroy'schen Maschine, über welche der Assistent der Mechanik am k. k. polytechnischen Institut in Wien, Herr Julius R. v. Grimbürg, in der Wochenversammlung des österreich. Ingenieur-Vereins am 13. April d. J. eine von den Anwesenden mit grösster Aufmerksamkeit verfolgte Mittheilung machte, zu welcher er von Herrn Schwartzkopff gefälligst ermächtigt war. Die Skizze Fig. 2 (siehe S. 81) soll die Anordnung der Maschine erläutern.

Dieselbe besitzt zwei Cylinder, einen grossen langen und daneben liegend einen kleineren. In ersterem befindet sich an einem Ende der Feuertopf  $A$  eingehängt, und von Aussen ist der Cylinder von den Rauchcanälen  $B$  umschlossen, ähnlich wie bei der Ericsson'schen Maschine. Am anderen, der Schwungradwelle zugewandten Ende, ist ein tiefliegender Deckel  $D$  mit Stopfbüchse eingehängt, welcher, so wie drüben der Feuertopf, nicht an den Cylinder anschliesst. Von

Fig. 2.



Aussen ist diese grössere Cylinderhälfte mit Kühlwasser *C* umgeben, welches continuirlich erneuert wird. (Besser wäre es, auch *D* zu kühlen.) In dem kurzen Raum zwischen Feuerkopf und Cylinderdeckel arbeitet der dicke hohle Speisekolben oder Verdränger *E* (von 18 Zoll Durchmesser) mit sehr geringem Hub (nur 5 Zoll). Dieser Kolben ist inmitten eines Blechmantels *F* befestigt, der sich einerseits so wie bei der Ericsson'schen Maschine zwischen Feuerkopf und Cylinder hineinschiebt, beiderseits Spiel lassend, und andererseits eben so zwischen die Kühlfläche und den hohen cylindrischen Theil des Deckels eintritt. Das vom Verdränger *E* bei einem einfachen Kolbenshub beschriebene Volumen beträgt ohne Beachtung des Mantelquerschnittes

$$V_1 = 0,021 \text{ Cubicmeter.}$$

Der daneben liegende kleinere Cylinder *G* steht auf der Feuerseite mit dem grossen Cylinder durch ein Rohr *H* ohne Hahn und Ventil in beständiger Communication, und ist am andern Ende offen.

In ihm arbeitet der (zehnzöllige) Arbeitskolben *I* (mit 10 Zoll Hub) auf die Kurbel *K* am Ende der Schwungradwelle *L*, welche natürlich quer gegen die Cylinderachsen gelagert ist und die Riemenscheibe *M* trägt. Der Arbeitskolben beschreibt bei einem einfachen Kolbenshub das Volumen von

$$V = 0,0144 = 0,6 V_1.$$

Wird daher die Maschine so wie in der Skizze gestellt, und durch einen kleinen auf dem Arbeitcylinder angebrachten Hahn mit Luft gefüllt, der Hahn geschlossen und der Arbeitskolben zurückbewegt, so sollte sich die Spannung der kalten Luft ungefähr von  $p =$  einer Atmosphäre auf

$$P = \frac{V + V_1}{V_1} = 1,6 \text{ Atmosphäre} \quad (1)$$

erheben. Wegen der Luftverluste stellen sich jedoch im Beharrungszustande beide Spannungen  $P, p$  kleiner heraus, und zwar:

$$P = 1,4, \quad p = 0,6 P = 0,84,$$

so zwar, dass factisch

$$\frac{P}{p} = 1,67$$

ist, immerhin nahe genug

$$\frac{P}{p} = \frac{V + V_1}{V_1} \quad (2)$$

Die Kurbel des Speisekolbens eilt der Kurbel des Arbeitskolbens nicht ganz um  $90^\circ$  vor, wir wollen annehmen um  $78\frac{1}{2}^\circ$ . Bei solcher Kurbelstellung beginnt der Arbeits-

kolben seinen wirksamen Kolbenweg von  $b$  nach  $a$ , wenn der Verdränger bereits von  $c$  gegen  $d$   $0,3$  seines Weges zurückgelegt hat. Vor dem Verdränger befindet sich also zwischen dem Kolben und dem Deckel *D* ein Volumen kalter comprimierter Luft gleich

$$V_1 - 0,3 V_1 = 0,7 V_1 = v_1$$

von der Spannung  $P$ .

Während der Verdränger dieses Volumen kalter Luft

$$v_1 = 0,7 V_1 \quad (3)$$

vor sich her und auf die andere Seite desselben hinschiebt, bis er seine äusserste Stellung erreicht, bei welcher der Arbeitskolben in Folge der Kurbelstellung auf  $0,7$  seines Weges vorgeschritten ist, vergrössert sich das Luftvolumen durch die Erhitzung an dem Feuerkopf so weit, dass es, ohne seine Spannung  $P$  zu ändern, auch das vom Arbeitskolben dargebotene Volumen  $= 0,7 V$  erfüllt, mithin ein Gesamtvolumen von

$$v_2 = 0,7 (V + V_1) \quad (4)$$

annimmt. Hierauf folgt eine unvollständige Expansion im Arbeitcylinder mit bereits beginnender Abkühlung wegen angetretenen Rückganges des Speisekolbens, wobei die Luft auf die Spannung  $p$  sinkt; sodann erfolgt der Rückgang des Arbeitskolbens unter dem Druck  $p$ , der sich in der letzten Periode des Kolbenwegs wieder auf die Anfangsspannung  $P$  erhebt.

Das Vorzügliche an dieser Maschine ist, dass sie weder eine Steuerung noch ein Ventil besitzt, und dabei per Pferdekraft und Stunde nur  $4\frac{1}{2}$  Pfd. gute Kohle und 4 Cubicfuss Kühlwasser benötigt, welches letztere in so kleiner Menge doch immer leicht herbeizuschaffen ist.

#### Berechnung der Leistung.

Wir wollen vorerst die Leistung der Maschine berechnen, unter der Annahme, dass der theoretische Kreisprozess vollkommen durchgeführt wird.

Das in der Maschine arbeitende Luftquantum besitze ein Anfangsvolumen  $v_1 = 0,7 V_1$ , bei einer Spannung  $p_1 = 1,4 = P$  Atmosphären und einer Temperatur von  $t_1 = 100^\circ \text{C}$ . Die absolute Temperatur  $T_1$  ist also:

$$T_1 = \frac{1}{\alpha} + t_1 = 273 + t_1 = 373,$$

wenn  $\alpha = 0,003665$  der Ausdehnungscoefficient der Gase ist.

Die Luft wird unter constantem Druck  $p_2 = p_1 = P$  erhitzt auf die absolute Temperatur  $T_2$ , die sich aus

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{V + V_1}{V_1} = 1,6 \quad (5)$$

mit  $T_2 = 1,6 \cdot 373 = 597$  ergibt, so dass:

$$t_2 = T_2 - 273 = 324^\circ \text{Cels.}$$

sein muss, um diese Volumsvergrösserung zu bewerkstelligen.

Diese heisse Luft von der Spannung  $P$  wird ohne weitere Zuführung von Wärme expandirt, bis die Spannung auf

$$p_3 = 0,84 = p = 0,6 P \quad (6)$$

sinkt. Dabei sinkt die absolute Temperatur nach den Poisson'schen Formeln von  $T_2$  auf

$$T_3 = T_2 \left( \frac{p_2}{p_3} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = T_2 \left( \frac{P}{p} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (7)$$

worin  $\kappa = 1,41$  das Verhältniss ausdrückt, zwischen der Wärmecapazität der atmosphärischen Luft unter constantem Druck

$$\mathcal{C}' = 0,2377 \quad \dots \quad (8)$$

und der rationellen Wärmecapazität derselben

$$\mathcal{C} = 0,1686 \quad \dots \quad (9)$$

Das Volumen steigt hierbei von  $v_2$  auf

$$v_3 = v_2 \left( \frac{p_2}{p_3} \right)^{\frac{1}{\kappa}} = v_2 \left( \frac{P}{p} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \quad \dots \quad (10)$$

Numerisch wird:

$$T_3 = T_2 (0,6)^{0,291} = 0,8619 T_2 = 514,5,$$

also

$$t_3 = 241,5,$$

$$v_3 = v_2 \left( \frac{10}{6} \right)^{0,7092} = 1,4365 v_2,$$

oder

$$v_3 = 2,2984 v_1.$$

Die expandirte heisse Luft wird unter der erlangten Endspannung  $p$  abgekühlt, bis ein gewisser Zustand

$$p_* = p, \quad v_*, \quad T_*$$

eintritt, der durch weitere Compression ohne Abkühlung in den Anfangszustand

$$p_1 = P, \quad v_1, \quad T_1$$

zurückgeführt wird. Demnach ist

$$T_* = T_1 \left( \frac{p_*}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = T_1 \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad \dots \quad (11)$$

$$v_* = v_1 \left( \frac{p_1}{p_*} \right)^{\frac{1}{\kappa}} = v_1 \left( \frac{P}{p} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \quad \dots \quad (12)$$

Durch Vergleich von (7) und (11), (10) und (12) folgt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{T_*}{T_1} &= \frac{T_3}{T_2} \\ \frac{v_*}{v_1} &= \frac{v_3}{v_2} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (13)$$

Wegen (5) ist also auch

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad \dots \quad (14)$$

Numerisch ist

$$T_* = \frac{v_1}{v_*} \cdot T_3 = \frac{514,5}{1,6} = 321,5$$

$$t_* = 48,5,$$

$$v_* = \frac{v_1}{v_2} \cdot v_3 = \frac{v_1}{v_2} \cdot 1,4365 v_2 = 1,4365 v_1.$$

Die kleinste in dem Kreisprocess vorkommende Temperatur ist also  $48\frac{1}{2}^\circ$ , und es ist kaum anzunehmen, dass man selbst bei Anbringung eines Gegenstromapparates unter einerlei Temperatur herabgelangen kann, wenn das Kühlwasser mit  $60^\circ$  Temperatur abfließt. Wie vorauszusehen war, zeigt sich wirklich:

$$T_2 - T_1 = T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) = 0,6 T_1$$

grösser als

$$T_* - T_4 = T_3 - \frac{v_1}{v_*} T_3 = T_3 \left( 1 - \frac{v_1}{v_*} \right) \quad \dots \quad (15)$$

d. i. nach (7)

$$T_2 - T_4 = T_2 \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \left( 1 - \frac{v_1}{v_2} \right),$$

und wegen (5)

$$T_2 - T_4 = T_1 \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \quad \dots \quad (16)$$

$$T_2 - T_4 = (0,6)^{0,291} (T_2 - T_1) = 0,8619 (T_2 - T_1).$$

Es ist daher die zur Erhitzung eines Luftgewichtes  $G$  von  $t_1$  auf  $t_2$  erforderliche Wärmemenge:

$$W_1 = \mathcal{C}' G (T_2 - T_1),$$

$$W_1 = \mathcal{C}' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right); \quad \dots \quad (17)$$

hingegen die Wärmemenge, welche bei der Abkühlung von  $t_2$  auf  $t_4$  bei constantem Druck entzogen werden muss:

$$W_2 = \mathcal{C}' G (T_2 - T_4),$$

$$W_2 = \mathcal{C}' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = W_1 \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \quad \dots \quad (18)$$

Die in Arbeit umgesetzte Wärmemenge ist also:

$$W_1 - W_2 = \mathcal{C}' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]$$

Die entwickelte Arbeit beträgt per Wärmeeinheit

$$k = 424 \text{ Kilogr.-Meter,}$$

also ist diese Arbeit

$$A = \mathcal{C}' k G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \quad \dots \quad (19)$$

Es ist nun noch das Gewicht  $G$  der arbeitenden Menge auszudrücken.

Das Gewicht von einem Cubicmeter Luft von der Spannung  $p = 1$  Atmosphäre und bei  $0^\circ \text{ C.}$  oder  $273^\circ$  absoluter Temperatur beträgt nach Regnault 1,2932 Kilog., folglich ist das Gewicht von einem Cubicmeter Luft von  $p$  Atmosphären und der absoluten Temperatur  $T$ :

$$\sigma = 1,2932 \cdot \frac{273}{T} \cdot p,$$

$$\sigma = 353 \frac{p}{T} \quad \dots \quad (20)$$

Das angewandte Volumen  $v_1$  hat also ein Gewicht:

$$G = v_1 \sigma = 353 v_1 \frac{p_1}{T_1} \quad \dots \quad (21)$$

Diesen Werth in (19) eingesetzt, erhält man wegen

$$\mathcal{C}' k = 0,2377 \cdot 424 = 100,7,$$

$$A = 35547 p_1 v_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]$$

oder auch wegen  $p_1 = P$  und nach (3), (4):

$$v_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) = v_2 - v_1 = 0,7 V,$$

$$A = 24883 P V \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \quad \dots \quad (22)$$

Dies wäre die durch das theoretische Diagramm  $ABCD$  dargestellte Arbeit per ein Spiel.

Die wirklich auf den Arbeitskolben übertragene Arbeit

ist jedoch insbesondere wegen der unvollkommenen Expansion kleiner; wir werden sie schätzen dürfen:

$$A_1 = 0,8 A \dots \dots \dots (23)$$

Von dieser Diagrammsarbeit müssen wir wieder 40 Percent in Abschlag bringen auf Bewegung des Speisekolbens und für die sonstigen Widerstände; sonach bleibt die reine Nutzleistung gemessen an der Schwungradwelle

$$A_2 = 0,6 A_1 = 0,48 A \dots \dots \dots (24)$$

Ist also  $n$  die Anzahl der Kolbenspiele per Minute, so ist die Leistung per Secunde oder der Effect

$$E = \frac{n A_2}{60} = 0,008 A n \dots \dots \dots (25)$$

folglich die Stärke der Maschine in Pferdekraften nach Einführung der Gleichung (22)

$$N = \frac{E}{75} = 2,65 P V n \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \right] \dots \dots (26)$$

So ist z. B. bei der beschriebenen Maschine das Volumen des Arbeitscylinders

$$V = 0,0144 \text{ Cubicmeter.}$$

Die Anzahl Spiele per Minute

$$n = 100.$$

Die Maximalspannung

$$P = 1,4 \text{ Atm.}$$

und das Expansionsverhältniss

$$\frac{p}{P} = 0,6,$$

also

$$N = 3,816 \cdot 1,4 \left( 1 - 0,6^{0,291} \right) = 5,3424 \cdot 0,1381 = 0,738$$

übereinstimmend mit der Messung mittelst des Prony'schen Zaumes, welche  $N$  nahe  $= \frac{3}{4}$  Pferdekraft ergab.

Erstaunlich ist es, dass die Luft im Stande ist 100 Mal per Minute ihre Temperatur von  $t_1 = 48,5$  auf  $t_2 = 324$  zu verändern!

Um ein Urtheil über die Temperatur des Arbeitscylinders zu erhalten, beachten wir, dass die Temperatur der Luft, während 0,7 des Kolbenhanges mit  $t_1 = 324$  und während des Kolbenherganges mit  $t_2 = 242$  anzunehmen ist. Das gäbe durchschnittlich:

$$\frac{t_1 + t_2}{2} = 283^\circ.$$

Allerdings wird der offene Cylinder bei jedem Kolbenrückgang wieder abgekühlt; allein diese Abkühlung muss durch eine entsprechende Mehrerhitzung der Luft wieder ausgeglichen werden, sonst könnte nicht die berechnete Leistung erzielt werden.

Der Cylinder dürfte daher im Beharrungszustande eine wirklich sehr hohe Temperatur annehmen, wesshalb auch der Arbeitskolben Metaldichtung erhalten muss. Ueber diesen Punkt fehlen noch verlässliche Angaben.

Kohlen- und Kühlwasserverbrauch.

Die benötigte Wärmemenge wird zufolge Gleichung (17) per ein Spiel durch

$$W_1 = G' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right)$$

gegeben sein, weil die zurückgewonnene Wärme

$$W_2 = \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} W_1 = 0,8619 W_1$$

nur zum geringen Theil, nämlich nur in so weit nutzbar verwendet wird, als sie nicht in das Kühlgefäss, sondern in den Blechmantel des Speisekolbens übergeht. Wir rechnen daher nur zwanzig Percent von  $W_2$  als wirklich zurückgewonnene Wärme ab, und setzen die verbrauchte Wärmemenge

$$W = W_1 - 0,172 W_1 = 0,828 W_1$$

$$W = 0,828 G' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \dots \dots (27)$$

Verglichen mit der Nutzarbeit 0,48  $A$  aus (24) und (19) ist der Wärmeverbrauch per 1 Kilogramm-Meter Arbeit:

$$w = \frac{W}{A_2} = \frac{0,828}{0,48, k \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \right]} \dots \dots (28)$$

Hieraus folgt zunächst der wahre Wirkungsgrad  $v$  der Maschine, indem die Wärmemenge  $w$  eine Arbeit  $= kw$  liefern sollte, aber nur eine Arbeit  $= 1$  wirklich liefert:

$$v = \frac{1}{kw} = 0,58 \left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \right] = 0,58 (1 - 0,8619) = 0,08 \dots \dots (29)$$

d. h. der wahre Wirkungsgrad ist gleich 8 Percent, und wenn von dem Brennstoff ausgegangen wird, und die aus demselben wirklich entwickelte Wärme mit 50 Percent der bei vollkommener Verbrennung entwickelten angesehen wird, so ist der Wirkungsgrad  $= 4$  Perc., das ist etwa so viel wie bei unseren grösseren Hochdruckdampfmaschinen.

Der Wärmeverbrauch per Stunde und Pferdekraft folgt aus (28), wenn statt  $k$  sein Werth 424 gesetzt wird:

$$C = 75.3600 w = 270000 w = \frac{1098}{\left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \right]} \text{ Calorien.}$$

Da ein Kilogramm Steinkohlen mittlerer Qualität bei vollständiger Verbrennung 6300 Calorien entwickelt, und bei einer guten gewöhnlichen Heizung, bei der die abziehenden Gase etwa  $300^\circ$  Temperatur haben, ungefähr die Hälfte der theoretischen Wärme oder 3150 Calorien ausgenützt werden, so ist der Kohlenverbrauch per Pferdekraft und Stunde:

$$K = \frac{C}{3150} = \frac{0,35}{\left[ 1 - \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291} \right]}$$

Für

$$\frac{p}{P} = 0,6$$

folgt  $K = 2,54$  Kilog. übereinstimmend mit der Beobachtung, das will sagen, man muss wirklich annehmen, dass 20 Percent von  $W_2$  von dem Blechmantel aufgenommen und wieder abgegeben werden, um auf das erfahrungsmässige Resultat zu kommen.

Dieser Darstellung zufolge hat man durch das Kühlwasser nicht die Wärmemenge  $W_2$ , sondern nur  $0,8 W_2$  zu entfernen. Ist daher  $q$  Kilogramm die Kühlwassermenge per ein Spiel, und wird die Temperaturerhöhung desselben mit  $50^\circ \text{C.}$  angenommen, so ergäbe sich  $q$  aus:

$$50 q = 0,8 W_2 = 0,8 G' G T_1 \left( \frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \left( \frac{p}{P} \right)^{0,291},$$



also die Wassermenge per 1 Kilogramm-Meter Nutzwirkung

$$\frac{q}{A_2} = \frac{q}{0,48 A} = \frac{0,8 \left(\frac{p}{P}\right)^{0,391}}{50 \cdot 0,48 \cdot 424 \left[1 - \left(\frac{p}{P}\right)^{0,391}\right]} = \frac{1}{12720 \left[\left(\frac{P}{p}\right)^{0,391} - 1\right]}.$$

folglich die Kühlwassermenge per Pferdekraft und Stunde durch Multiplication mit 270000:

$$Q = \frac{21}{\left[\left(\frac{P}{p}\right)^{0,391} - 1\right]} \text{ Kilog.} \quad \dots \quad (31)$$

Für

$$\frac{P}{p} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

ist

$$\left(\frac{P}{p}\right)^{0,391} = 1,1602,$$

also

$$\begin{aligned} Q &= 131 \text{ Kilog.} = 131 \text{ Liter} = \\ &= 0,131 \text{ Cubicmeter} = \\ &= 4,14 \text{ Wiener Cubicfuss,} \end{aligned}$$

wie es die Erfahrung bestätigt.

Soll dieses Kühlwasser durch eine Pumpe auf eine Höhe  $h$  Meter beigebracht werden, so ist diese Arbeit bei einer  $N$ -Pferdekraftigen Maschine  $= \frac{Q h N}{3600}$  Kilog.-Meter per Secunde

oder  $\frac{Q h N}{270000}$  Pferdekraft, wozu die Maschine etwa die doppelte Leistung  $= \frac{Q h N}{135000}$  abgeben muss.

Wird daher  $Q = 135^k$  angenommen, so benöthigt man zum Betriebe der Kaltwasserpumpe nur  $\frac{h N}{1000}$  Pferdekraft, also bei  $h = 20$  Meter doch nur 2 Perc. von  $N$ . Die Herbeischaffung des Kühlwassers kann daher nicht leicht eine Schwierigkeit abgeben.

#### Anwendung von Hochdruck.

Aus Gleichung (30) ist ersichtlich, dass das Güteverhältniss der Maschine oder der Kohlenverbrauch per Pferdekraft nur allein von dem Verhältniss  $\frac{p}{P}$ , oder wegen (2) von dem Verhältniss  $\frac{V_1}{V + V_1}$  abhängt. Je kleiner dieses Verhältniss wird, desto kleiner wird  $K$ , desto günstiger arbeitet die Maschine.

Dieses Verhältniss wird kleiner, wenn man das Volumen  $V$  des Arbeitscylinders im Verhältniss zu  $V_1$  vergrössert. Es wird aber nicht wohl angehen, das bei der Laubroy'schen Maschine gewählte Verhältniss  $V = 0,6 V_1$  zu überschreiten, denn es ist nach (5):

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{V + V_1}{V_1}.$$

Würde man z. B.  $V = 0,8 V_1$  wählen, so würde schon folgen:

$$T_2 = 1,8 T_1 = 1,8 \cdot 373 = 671,$$

also

$$t_2 = 398^\circ$$

und wegen des nöthigen Zuschusses zur Ausgleichung der Abkühlung im Arbeitscylinder,  $t_2$  grösser als  $400^\circ$ . Das ist nicht mehr zulässig. Man wird daher auch an das Verhältniss:

$$\frac{p}{P} = 0,6 \quad \dots \quad (32)$$

so ziemlich gebunden sein. Wird dieser Werth in (26) eingeführt, so folgt:

$$\begin{aligned} N &= 2,65 P V n (1 - 0,8619), \\ N &= 0,366 P V n, \quad \dots \quad (33) \end{aligned}$$

woraus

$$V = \frac{2,73 N}{P n} \quad \dots \quad (34)$$

Z. B. für

$$N = \frac{3}{4}, P = 1,4, n = 100$$

folgt:

und hiermit aus (1):

$$\begin{aligned} V &= 0,0146 \text{ Cubicmeter,} \\ V + V_1 &= 1,6 V_1, \\ 0,6 V_1 &= V, \\ V_1 &= \frac{5}{3} V \quad \dots \quad (35) \end{aligned}$$

Man sieht aus (34) und (35), dass die Dimensionen der Maschine kleiner ausfallen, wenn man bei gleichem Werth von  $N$  und  $n$  den absoluten Werth von  $P$ , somit auch von  $p = 0,6 P$  vergrössert, d. h. wenn man comprimirt Luft anwendet. Werden z. B. die Pressungen  $p$  und  $P$  dreimal so gross angenommen wie früher, also

$$p = 2,52, P = 4,2,$$

so fällt  $V$  und  $V_1$  nur  $\frac{1}{3}$  mal so gross aus, d. h. es verringern sich die linearen Dimensionen im Verhältniss

$$\frac{1}{\sqrt[3]{3}} = 0,7.$$

Das ist nicht der Mühe werth im Vergleich mit den mit diesem Vortheil verbundenen Nachtheilen, dass man erstens eine Compressionspumpe und zweitens am Schwungrad eine sehr bedeutende einseitige Masse anbringen muss, um den Rückgang des Kolbens bei  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären Gegenspannung zu bewerkstelligen, während man bei 0,84 Atmos. Gegenspannung die Maschine, wenn auch ungleichförmig, doch doppelwirkend hat, also mit geringer Ueberwucht am Schwungrad den gleichförmigen Gang erzielt.

Wir stehen daher nicht an, die Meinung auszusprechen, dass bei der Laubroy-Schwartzkopff'schen Maschine alle Verhältnisse sehr glücklich getroffen sind, und in dieser Beziehung kaum eine sehr erhebliche Verbesserung erwartet werden kann, und wir freuen uns desshalb zu vernehmen, dass Herr Maschinenfabrikbesitzer Ringhoffer in Prag das Patent für Oesterreich erworben hat, und diese für die Kleingewerbe so wichtige Maschine zur Geltung bringen wird.

Machen wir schliesslich noch einen Blick auf die in Dingler's Journal 159. Band S. 161 beschriebene sogenannte Hochdruck-Luftmaschine von Ericsson, so finden wir dort den hier beschriebenen Kreisprocess wieder, allein viel unvollkommener durchgeführt, indem der Wechsel der Spannungen  $P$  und  $p$  plötzlich vor sich geht, also die Expansionsarbeit verloren gegeben und die Verdich-

tungsarbeit vermehrt wird, so dass von unserem theoretischen Diagramm Fig. 1 nur das zwischen den Abscissen  $v_2$  und  $v_4$  liegende Rechteck  $DGBP$  übrig bleibt, entsprechend der Leistung  $(v_2 - v_4)(P - p)$ . Es ist leicht einzusehen, dass diese Maschine so wenig eine Hochdruckmaschine sein kann, in dem Sinne, dass z. B.  $p = 1$ ,  $P = 3$  Atmosphären, also  $\frac{P}{p} = 3$  ist, wie die eben beschriebene; denn gesetzt, man hätte Anfangs wirklich im „Heizer“ die Spannung von drei Atmosphären, im „Kühler“ jene von einer Atmosphäre, so wäre der Vorgang folgender:

Der ringförmige Querschnitt für die angesaugte Luft ist gleich  $\frac{1}{4}$  der Kolbenfläche; setzen wir daher das Volumen  $v_4$  der angesaugten kalten Luft von der Spannung  $p = 1$  Atmosphäre:  $v_4 = 3$ , so soll  $v_2 = 4$  werden. Das Volumen  $v_4 = 3$  aber wird sich, auf die Spannung von  $P = 3$  Atm. gebracht annäherungsweise auf  $v_1 = 1$  reducirt haben, und es ist klar, dass die Erhitzung nicht so enorm gross sein kann, um bei ungeänderter Spannung aus dem Volumen  $v_1 = 1$  das Volumen  $v_2 = 4$  zu machen. Das angesaugte Luftquantum genügt daher nicht, um den Raum hinter dem Kolben mit comprimirt heisser Luft zu erfüllen, folglich wird Luft von dem Vorrath im Heizer verbraucht, und diese Luft bei dem nächsten Kolbenshub in den Kühler geschafft.

Man hat also keinen Beharrungszustand, sondern es wird die Spannung  $P$  beständig sinken,  $p$  steigen, bis sich jenes Verhältniss zwischen  $P$  und  $p$  herausgestellt hat, bei welchem der Beharrungszustand durch den sich unverändert wiederholenden Kreisprocess gesichert ist.

Dieses Verhältniss ergibt sich aber aus den beiden Gleichungen (5)

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1} = 1,6$$

und (12)

$$v_4 = v_1 \left( \frac{P}{p} \right)^{0,7092}$$

Es folgt hieraus unter der Annahme  $v_4 = \frac{1}{2}v_2$ :

$$\left( \frac{P}{p} \right)^{0,7092} = \frac{v_4}{v_1} = \frac{3}{4} \frac{v_2}{v_1} = 1,2,$$

$$\text{also } \frac{P}{p} = 1,293.$$

Ist also  $p = 1$ , so kann  $P$  nicht viel über  $\frac{1}{2}$  Atmosphären betragen, d. h. der Ueberdruck  $P - p$ , welcher bei der Diagrammleistung

$$(v_2 - v_4)(P - p) = \frac{v_2}{4}(P - p)$$

maassgebend ist, kann nur  $\frac{1}{4}$  Atmosphäre betragen.

Diese Ericsson'sche Maschine könnte also nur in so ferne als Hochdruckmaschine gelten, als es zulässig und wie bei der Laubroy'schen Maschine behufs Herabsetzung der Dimensionen günstig ist, beide Spannungen  $p$  und  $P$  gross zu nehmen, z. B.  $p = 4$  Atm. und  $P = 5$  Atm., so dass man eine Atmosphäre Ueberdruck erreicht, wenn im Heizer eine Spannung von 5 Atmosphären herrscht. Jedenfalls ist zu erwarten, dass vielleicht durch Combination der Laubroy'schen und der Ericsson'schen Einrichtung oder durch andere Combinationen, welche auf dem Princip der

Erhitzung und Abkühlung unter constantem Druck beruhen, die Maschinen-Industrie der nächsten Jahre zahlreiche neue calorische Maschinen zu Tage fördern werde, aus welchen sich im Wege der Erfahrung die practisch zweckmässigsten eine Bahn brechen werden, wenn auch ein Verdrängen der Dampfmaschine nicht zu erwarten steht.

## Theorie der Lenoir'schen Gasmaschine.

Von

Gustav Schmidt, k. k. Kunstmeister.

Auszugsweise vorgetragen am 21. März d. J. am k. k. polytechnischen Institute in Wien.

Die Construction der Gasmaschine ist aus der Brochüre des Herrn Lipowitz \*), sowie aus den Mittheilungen in Dingler's Journal, Band 157, S. 323, oder dem polytech. Centralblatt, 1860, S. 1306, hinlänglich bekannt. Während aber Herr Lenoir in Paris versichert, dass dieselbe nur  $\frac{1}{4}$  Cubicmeter Gas per Pferdekraft und Stunde consumire, geht aus einer Mittheilung des Hrn. D. Schwarz im Breslauer Gewerbeblatt 1861, Nr. 2 und Dingler's Journal, Bd. 159, S. 65, hervor, dass dieser Verbrauch vielmehr  $1\frac{1}{2}$  Cubicmet. sei, indem die Maschinen bei weitem nicht mit der angegebenen Leistungsfähigkeit arbeiten.

Es lässt sich sehr leicht auf dem Wege der Theorie nachweisen, dass die letztere Angabe durchaus nicht zu hoch gegriffen sei, und die erstere unmöglich richtig sein möge.

Der Weg, auf welchem man zu einer Theorie der Gasmaschine gelangen kann, ist von Hrn. Hirn in Colmar vorgezeichnet, und im polyt. Journal, B. 159, S. 1 und S. 243, sowie im polyt. Centralblatt 1861, S. 254, mitgetheilt worden. Herr Hirn macht jedoch seine Rechnung nicht mit Leuchtgas, sondern mit Wasserstoffgas, was theoretisch gleichgültig ist, nicht aber, wenn es sich um Bestimmung des Leuchtgasverbrauches handelt, wesshalb hier die Hirn'sche Theorie mit einigen nicht principiell wichtigen Modificationen unter Zugrundelegung von Leuchtgas durchgeführt werden soll.

Der Vorgang bei einem einfachen Kolbenshub der doppelt wirkenden Gasmaschine ist folgender:

Der Kolben saugt hinter sich das Gemenge von atmosphärischer Luft mit etwa 4% Leuchtgas unter atmosphärischem Druck an. Dasselbe erwärmt sich zunächst an den Wandungen des heissen Cylinders, und wird dann vielleicht nach 0,4 des Kolbenwegs abgesperrt. Es wird dann vorübergehend expandirt, weil man nicht allsogleich nach erfolgter Abspernung die Explosion eintreten lassen kann; hiebei wird aber die Spannung von einer Atmosphäre kaum sinken, vielmehr sogar noch steigen, weil das Gemenge von den heissen Wandungen des Cylinders noch immer Wärme absorbirt. Wir können also annehmen, dass bis zu dem Kolbenweg  $s_1$  etwa  $\frac{1}{2}$  des ganzen Kolbenweges  $s$ , nach welchem die Explosion durch den electrischen Funken bewerkstelliget wird, die Spannung hinter dem Kolben immer gleich einer Atmosphäre geblieben, die Temperatur aber etwa auf  $t_0 = 100^\circ \text{C}$  gestie-

\*) Lenoir's und Ericsson's Bewegungs-Maschinen. Leipzig 1861.

gen sei. Nun folgt die plötzliche Verpuffung in dem abgeschlossenen Raum.

Die ganze hiebei entwickelte Wärmemenge wird verwendet, um die durch die Verpuffung entstandenen Verbrennungsproducte von  $t_0 = 100$  auf die Temperatur  $t_1$  zu bringen. Hiebei steigt die Spannung wegen des momentan unveränderten Volumens in dem Verhältniss

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_0},$$

wenn  $\alpha = 0,003665$  oder nahe  $= \frac{1}{273}$  den Ausdehnungscoefficienten der Gase bezeichnet, und wenn vorläufig der Umstand, dass sich bei der Verpuffung die Natur des Gemenges ein wenig ändert, nicht beachtet wird. Es ist also

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_0} = \frac{273 + t_1}{273 + t_0} = \frac{T_1}{T_0},$$

wenn, wie es in der mechanischen Wärmetheorie üblich ist, mit

$$T = \frac{1}{\alpha} + t = 273 + t \quad \dots \dots \dots (1)$$

die von  $-273^\circ \text{ C.}$  an gezählte absolute Temperatur bezeichnet wird.

Diese heisse hochgespannte Luft wird nun zunächst durch die Berührung mit dem weit weniger heissen Cylinder abgekühlt, am meisten im ersten Augenblick, weniger während der hierauf folgenden Expansion. Sie gibt hiebei im Beharrungszustand wenigstens so viel Wärme an den Cylinder ab, als das nächst eintretende kalte Gemenge wieder benötigt, um sich auf  $100^\circ$  zu erwärmen, wegen der Wärmeverluste und wegen der gewöhnlich stattfindenden künstlichen Kühlung des Cylinders aber noch mehr.

Die bei der Expansion verrichtete Arbeit ist demnach gleich der Arbeit, welche verrichtet würde, wenn der Cylinder bei gleicher Temperaturveränderung der Gase keine Wärme aufgenommen hätte, weniger der Arbeit, die mit der von dem Cylinder aufgenommenen Wärmemenge äquivalent ist.

Gegen Ende des Kolbenschlubes wird das sich expandierende Gemenge, welches durch die Expansion und Abkühlung stark in seiner Spannung gesunken ist, mit der atmosphärischen Luft in Communication gesetzt und bei dem nächsten Kolbenschlub aus dem Cylinder hinausgetrieben.

Die hiebei vor dem Kolben bestehende Spannung kann auf 1,2 Atmosphären geschätzt werden.

Die gesammten Reibungswiderstände können, gering veranschlagt mit 0,2 des nützlichen Widerstandes, in Rechnung genommen werden.

Ist also behufs Bestimmung der nützlichen Wirkung  $W$  bei einem einfachen Kolbenschlub:

$O$  der Cylinderquerschnitt in Quadratmetern,

$s$  der ganze Kolbenweg in Metern,

$s_1$  der Kolbenweg in dem Moment der Verpuffung,

$t_0 = 100^\circ$  die vor der Verpuffung bestehende Temperatur, also  $T_0 = 373$ ,

$t_1$  die durch die Verpuffung entstandene Temperatur,

$t_2$  die wirkliche Temperatur, auf welche das Gemenge durch die Expansion und Abkühlung sinkt,

$\tau$  der hiebei stattfindende Temperaturverlust durch Abgabe von Wärme an den Cylinder,

$G$  das Gewicht des ganzen zur Expansion gelangenden Gemenges in Kilogrammen,

$K = 424$  Kilogr.-Meter, das mechanische Wärme-Äquivalent,

$\epsilon$  die rationelle Wärme-Capacität des nach der Verpuffung vorhandenen Gemenges, gleich der Wärmecapacität unter constantem Volumen desselben, endlich

$\pi = 10334$  Kilogr., der Druck einer Atmosphäre auf den Quadratmeter,

so ist:

$$W = \pi O s_1 + k G \epsilon (t_1 - t_2) - k G \epsilon \tau - 1,2 \pi O s - 0,2 W,$$

worin das Glied

$$k G \epsilon (t_1 - t_2),$$

äquivalent mit der Wärmemenge

$$G \epsilon (t_1 - t_2)$$

die theoretische Expansionsarbeit ausdrückt, welche geleistet würde, wenn das Sinken der Temperatur von  $t_1$  auf  $t_2$  bloß Folge der Expansion wäre, nicht aber theilweise durch Abkühlung begründet wäre, während das Glied  $k G \epsilon \tau$  den mechanischen Verlust an Arbeit durch die Abkühlung misst, gleichgültig in welchem Stadium der Expansion diese Abkühlung erfolgt sei.

Hieraus folgt:

$$1,2 W = \pi O s_1 \left[ 1 + \frac{k G \epsilon (t_1 - t_2 - \tau)}{\pi O s_1} - 1,2 \frac{s}{s_1} \right] = \pi O s_1 F,$$

wenn der eingeschlossene Factor mit  $F$  bezeichnet wird, also wenn

$$m = \frac{k G \epsilon (t_1 - t_2 - \tau)}{\pi O s_1} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$F = 1 + m - 1,2 \frac{s}{s_1} \quad \dots \dots \dots (3)$$

gesetzt wird. Es ist demnach

$$W = \frac{\pi O s_1 F}{1,2},$$

also der Effect per Secunde bei  $n$  Umdrehungen der Kurbelwelle in der Minute:

$$E = \frac{2 n W}{60} = \frac{n \pi O s_1 F}{36},$$

und die Anzahl Pferdekkräfte

$$N = \frac{E}{75} = \frac{n \pi O s_1 F}{2700},$$

$$N = 3,83 n O s_1 F \quad \dots \dots \dots (4)$$

Der Gasverbrauch  $S$  Cubicmeter per Stunde bestimmt sich aber auf folgende Weise:

Enthält das angesaugte Gemenge dem Volumen nach einen procentualen Antheil an Leuchtgas  $= r$ , so ist in dem ganzen per einfachem Kolbenschlub angesaugten Volumen, welches ohne Rücksicht auf den schädlichen Raum, und gemessen unter  $100^\circ$  Temp. ein Volumen  $O s_1$  hat, ein Leuchtgasvolumen  $O s_1 r$ , und reducirt auf  $10^\circ$  Cels. oder  $283^\circ$  absolute Temperatur ein Gasvolumen von  $\frac{283}{373} O s_1 r = 0,76 O s_1 r$  vorhanden, somit ist der Verbrauch per Stunde gemessen bei  $10^\circ$  Cels.:

$$S = 60.2n.0,76 Os_1 r, \quad (5)$$

$$S = 91,2n Os_1 r, \quad (6)$$

also der Gasverbrauch per Pferdekraft und Stunde:

$$\frac{S}{N} = \frac{91,2r}{3,83F} = 23,8 \frac{r}{F} \quad (6)$$

Wie man sieht, kömmt es nur auf Ermittlung des Werthes von  $m$  aus (2) an.

Der hierin erscheinende Werth von  $G$  ist leicht auszumitteln. Das angesaugte Gemenge von Luft und Leuchtgas enthält nämlich in einem Cubicmeter  $r$  Cubicmeter Gas, dessen Dichte für Luft = 1 mit  $\delta$  bezeichnet werden möge. Da nun 1 Cubicmet atmosphärische Luft bei 0° Cels. und einer Atmosphäre nach Regnault

$$\lambda = 1,2932 \text{ Kilogr.}$$

wiegt, so ist das spezifische Gewicht des Gemenges, gemessen bei 0°:

$$\gamma = (1-r)\lambda + r\delta\lambda \text{ Kilogr.} \quad (7)$$

$$\gamma = \lambda [1 - r(1-\delta)], \quad (7)$$

also das Gewicht eines Cubicmeters Gemenge bei 100° oder 373° absoluter Temperatur

$$\gamma' = \frac{273}{373} \gamma = 0,732 \gamma, \quad (8)$$

folglich das Gewicht des zur Verpuffung und Expansion kommenden Gemenges vom Volumen  $Os_1$ :

$$G = 0,732 \gamma Os_1, \quad (9)$$

womit folgt:

$$m = \frac{k \epsilon \cdot 0,732 \gamma Os_1 (t_1 - t_2 - \tau)}{\lambda Os_1}, \quad (10)$$

$$m = 0,732 \frac{k \gamma \epsilon}{\lambda} (t_1 - t_2 - \tau) \quad (10)$$

Wir haben also nun zunächst wegen (7) die Dichte  $\delta$  des Leuchtgases und die rationelle Wärmecapazität  $\epsilon$  des durch die Verpuffung entstandenen Gemenges, ferner behufs Ermittlung der Anfangstemperatur  $t_1$ , die bei der Verpuffung frei werdende Wärmemenge zu bestimmen.

Diese Bestimmungen sind etwas weitläufig.

Um den Ideengang nicht zu unterbrechen, nehmen wir an, die betreffenden Zwischenrechnungen chemischer Natur seien gemacht und hätten ergeben:

$$\text{Relative Dichte des Leuchtgases:} \quad (11)$$

$$\delta = 0,417; \quad (11)$$

Wärmemenge  $w$ , welche ein Kilogramm Leuchtgas bei vollständiger Verbrennung entwickelt:

$$w = 11400 \text{ Wärmeeinheiten,} \quad (12)$$

eine Wärmeeinheit gleich der Wärmemenge gesetzt, durch welche ein Kilogr. Wasser von 0° auf 1° C. gebracht wird.

Relative Dichte des Gemenges vor der Verpuffung, in Vergleich mit atmosphärischer Luft von gleicher Spannung und Temperatur:

$$\delta_0 = 1 - 0,583r; \quad (13)$$

relative Dichte des durch die Verbrennung entstandenen Gemenges:

$$\delta_1 = 1 - 0,321r; \quad (14)$$

Wärmecapazität des letztern Gemenges unter constantem Druck:

$$\epsilon' = 0,2377 (1 + 0,861r); \quad (15)$$

Wärmecapazität desselben unter constantem Volumen, oder

rationelle Wärmecapazität des nach der Verpuffung im Cylinder befindlichen sich expandirenden Gemenges:

$$\epsilon = 0,1686 (1 + 1,082r), \quad (16)$$

Quotient der beiden Wärmecapacitäten

$$\alpha = \frac{\epsilon'}{\epsilon} = 1,41 (1 - 0,221r), \quad (17)$$

Hiermit folgt aus (7)

$$\gamma = \lambda (1 - 0,583r), \quad (18)$$

$$\gamma \epsilon = 0,1686 \lambda (1 + 1,082r) (1 - 0,583r)$$

$$= 0,1686 \lambda (1 + 0,499r).$$

Diesen Werth in (10) eingesetzt, erhält man:

$$m = 0,732 \cdot 0,1686 \frac{k \lambda}{\alpha} (1 + 0,499r) (t_1 - t_2 - \tau),$$

oder wegen  $k = 424$ ,

$$\lambda = 1,2932, \quad \alpha = 10334,$$

$$m = 0,006548 \left(1 + \frac{r}{2}\right) (t_1 - t_2 - \tau) \quad (19)$$

Nun ist die Temperatur  $t_1$  nach der Verpuffung zu bestimmen.

Das angesaugte Gemenge enthält in

$$\gamma = \lambda (1 - 0,583r) \text{ Kilogr.}$$

eine Leuchtgasmenge von  $\delta \lambda r$  Kilogr., oder in je  $1 - 0,583r$  Kilogr. eine Gasmenge von  $\delta r$  Kilogr. =  $0,417r$ . Ein Kilogr. Leuchtgas entwickelt bei der Verpuffung  $w$  Wärmeeinheiten, folglich entspricht pr.  $(1 - 0,583r)$  Kilogr. angesaugtem Gesamtgewicht eine Wärmeentwicklung von  $0,417rw$ . Mit dieser Wärmemenge kann das entstandene Gemenge von der rationellen Wärmecapazität  $\epsilon$  erwärmt werden um  $t^\circ$  Cels., wenn:

$$(1 - 0,583r) \epsilon t = 0,417rw \quad (20)$$

Werden statt  $w$  und  $\epsilon$  die Werthe eingeführt und die höhern Potenzen von  $r$  vernachlässigt, so folgt:

$$t = 28200 r \left(1 - \frac{r}{2}\right) \quad (21)$$

Für

$$r = 0,03, \quad 0,04, \quad 0,05$$

folgt

$$t = 833, \quad 1105, \quad 1375.$$

Die Temperatur nach der Verpuffung ist daher im ersten Augenblick wohl gleich  $t + 100^\circ$ ), allein es wird wegen des grossen Temperaturunterschiedes sehr rasch Wärme vom Cylinder aufgenommen, und wir werden uns der Wahrheit ziemlich nähern, wenn wir annehmen, dass die ganze Wärmemenge welche der Cylinder an das angesaugte Gemenge bei dessen Erwärmung auf 100° abgegeben hat, sofort in dem Augenblick nach der Verpuffung wieder an den Cylinder übergegangen ist.

Findet daher keine künstliche Kühlung des Cylinders statt, so ist die Temperatur  $t_1$  bei Beginn der Expansion gleich dem oben berechneten Werth von  $t$  anzunehmen und der Cylinder bei dieser Expansion als wärmedicht anzusehen. Für diesen Fall ist also beziehungsweise

$$t_1 = 833, \quad 1105, \quad 1375 \quad (22)$$

oder

\*) Nicht vollkommen genau, wegen der Aenderung der Wärmecapazität bei der Verpuffung. Anmerk. des Verf.

$$T_1 = t_1 + 273,$$

$$T_1 = 1106, 1378, 1648 \dots (23)$$

Die dieser Anfangstemperatur entsprechende Spannung  $p_1$  bei Beginn der Expansion ergibt sich wie folgt:

Vor der Verpuffung war die Spannung bei  $100^\circ$  gleich einer Atmosphäre. Nach der Verpuffung ist die Dichte des Gemenges im Verhältniss

$$\frac{\delta_1}{\delta_0} = \frac{1 - 0,321 r}{1 - 0,583 r} = 1 + 0,262 r$$

grösser, also die Spannung bei gleicher Temperatur und gleichem Volumen beziehungsweise

$$p_0 = 1,0079, 1,0105, 1,0131 \text{ Atm.}$$

Wegen der Erhitzung von  $T_0 = 373$  auf  $T_1$  bei gleichem Volumen steigt die Anfangsspannung auf:

$$p_1 = p_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} \dots (24)$$

$$p_1 = 2,989, 3,733, 4,476. \dots (25)$$

Wie man sieht, ist die durch die Verpuffung entstehende Spannung weit entfernt gefährlich zu sein, ja sie ist so gering, dass nur ein sehr mässiger Expansionsgrad zulässig ist, indem die Endspannung doch wenigstens 1,2 Atmosphären betragen muss, sonst würde im letzten Moment des Kolbenstosses die schädliche Arbeit grösser als die auf den Kolben übertragene förderliche Wirkung sein.

Bestimmen wir daher den zulässigen Expansionsgrad  $\varepsilon$  unter der Annahme:

$$\text{Endspannung } p_2 = 1,2 \text{ Atm.}$$

Es folgt  $\varepsilon$  aus der für Expansion in einem wärmedichten Gefäss geltenden Poisson'schen Formel:

$$\frac{p_1}{p_2} = \varepsilon^x \dots (26)$$

Wir haben also

$$\frac{p_1}{p_2} = 2,491, \quad 3,111, \quad 3,730,$$

$$x = 1,401, \quad 1,498, \quad 1,394,$$

$$x \log \varepsilon = \log \frac{p_1}{p_2} = 0,39637, 49290, 57171,$$

$$\log \varepsilon = 0,28298, 35257, 41012,$$

$$\varepsilon = 1,919, \quad 2,252, \quad 2,571.$$

Hieraus ist ersichtlich, dass höchstens zweifache Expansion zulässig ist, und selbst diese nur dann, wenn bei  $r = 0,04$  oder  $0,05$  nicht sehr bedeutend künstlich gekühlt wird.

Wir wollen also nun halbe Füllung, oder

$$\varepsilon = \frac{s}{s_1} = 2 \dots (27)$$

voraussetzen, und unter dieser Voraussetzung die absolute Endtemperatur  $T_2$  berechnen, wenn vorerst nicht künstlich gekühlt wird. Dieselbe folgt nach den Poisson'schen Gesetzen aus:

$$T_2 = T_1 \left( \frac{1}{\varepsilon} \right)^{x-1} \dots (28)$$

$$T_2 = 838, \quad 1046, \quad 1254, \dots (29)$$

und die entsprechende Spannung folgt aus

$$p_2 = \frac{p_1}{\varepsilon^x} :$$

$$p_2 = 1,132, \quad 1,417, \quad 1,703.$$

In letzteren beiden Fällen ist also eine Abkühlung von  $T_1$  auf  $T_2$  zulässig, in so weit, dass  $p_2$  auf  $p_2 = 1,2$  sinkt, also

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{1,2}{p_2} = 0,8472, 0,7046,$$

oder beziehungsweise

$$T_2 = \dots 886,884 \dots (30)$$

wird, d. h. es darf in diesen Fällen durch Abkühlung von Aussen eine Temperatur entzogen werden von

$$\tau = T_1 - T_2 = \dots 160,370^\circ, \dots (31)$$

wodurch die wahre Endtemperatur sinkt auf

$$t = T_2 - 273 = \dots 613, 611.$$

Demnach ist in Gleichung (19) einzusetzen,

$$\text{für } r = 0,03, 0,04, 0,05:$$

$$t_1 = 833, 1105, 1375$$

$$t_2 = 565, 513, 611 \dots (32)$$

$$\tau = 0, 160, 370$$

$$t_1 - t_2 - \tau = 268, 332, 394$$

$$1 - \frac{r}{2} = 1,015, 1,020, 1,025,$$

somit

$$\text{Wegen } m = 1,781, 2,216, 2,643.$$

$$1,2 \frac{s}{s_1} = 2,4 \text{ folgt somit aus (3):}$$

also wegen

$$F = 0,381, 0,816, 1,243, \dots (33)$$

$$23,8r = 0,714, 0,952, 1,190, \text{ aus Gleichung (6):}$$

$$\frac{S}{N} = 1,85, 1,17, 0,96 \dots (34)$$

Mit diesem Resultat stimmt die Eingangs erwähnte Angabe, dass der Gasverbrauch per Stunde und Pferdekraft  $1\frac{1}{2}$  Cub. Met. betrage, sehr wohl überein, denn die Abkühlung ist vermuthlich aus practischen Gründen weiter getrieben worden, als es theoretisch als rationell erscheint und hier in der Rechnung angenommen ist; denn berechnet man die beiläufige mittlere Cylindertemperatur, so ergibt sie sich wie folgt:

Unmittelbar nach der Verpuffung ist:

$$t_1 = 933, 1205, 1475.$$

Am Ende der Expansion

$$t_2 = 565, 613, 611.$$

Durchschnittlich also

$$\frac{t_1 + t_2}{2} = 749, 908, 1043.$$

Während des Saugens ist die durchschnittliche Temperatur

$$= \frac{10 + 100}{2} = 55,$$

folglich das beiläufige Mittel aller Temperaturen des Gases beziehungsweise

$$402, 483, 549 \dots (35)$$

Diese mittlere Temperatur muss der Cylinder wirklich besitzen, wenn er dem Gasgemenge nicht mehr Wärme entziehen soll, als in der Rechnung supponirt ist. Gewöhnlich wird aber  $300^\circ$  Cylindertemperatur als das äusserste zulässige Maximum angesehen, es muss also weniger expandirt und stärker gekühlt werden. Die etwas geringere Expansion wird durch die Schiebersteuerung durch Excenter unwillkürlich bewerkstelliget, d. h. es wird schon vor Ende des Kolben-

schubes die Communication mit der Atmosphäre bewerkstelligt, also ist ganz begreiflich, dass man auch bei Anwendung von 4 bis 5% Gas wirklich 1½ Cub.-Meter oder circa 50 Wiener Cub.-Fuss Leuchtgas pr. Stunde und Pferdekraft benötigt.

### Kostenberechnung.

Da in Wien 100 Cubicfuss Gas 48 Neukreuzer kosten, so ist der Gasverbrauch pr. Stunde und Pferdekraft auf 24 Kreuzer zu schätzen, während eine kleine Dampfmaschine höchstens Kohlen im Werthe von 8 bis 10 kr. verzehrt. Die Niederdruckgasmaschine erheischt also an Wärmeerzeugungstoff ungefähr den dreifachen Geldaufwand wie eine Dampfmaschine.

Der ganze Kostenvergleich stellt sich etwa so:

Eine Dampfmaschine von 2 Pferdekraften kostet bei zwölfstündigem Betrieb:	
Kohlen, 10 Pfund pr. Pferdekraft und Stunde =	
240 Pf. à Ctr. 1 fl. . . . .	50 "
¼ Heizer . . . . .	
15% Zinsen von 600 fl. Anlagscapital der Maschine	
samt Kessel und Röhrenleitung für Verzinsung,	
Reparatur und Amortisirung macht 90 fl. pro	
300 Arbeitstage o. täglich . . . . .	30 "
Summe . . . . .	fl. 3.20 kr.

Hingegen bei der Gasmaschine:

Gasverbrauch pr. Stunde u. Pferdekraft = 50 C.-F.,	
somit 24 × 50 = 1200 Cub. à 100 48 kr. . . . .	fl. 5.76 kr.
Zinsen mindestens so gross wie bei der Dampf-	
maschine . . . . .	30 "
Unterhalt von 2 Zinkkohlen-Elementen . . . . .	14 "
Summe fl. 6.20 kr.	

Mehrkosten der Gasmaschine 3 fl. oder in Procenten 94%.

Bei stärkeren Maschinen wäre der Ausfall noch grösser, und dabei ist gar keine Rücksicht auf die Bedienung und insbesondere auf die häufige Reinigung der Maschine genommen, welche dieselbe erheischt. Die Gasmaschine wird daher so wie die calorische Maschine zunächst nur mit der thierischen Kraft vorthellhaft concurriren können. Viel günstiger würden sich aber die Resultate stellen, wenn man eigene Compressionspumpen durch die Maschine betreiben liesse, welche die kalte Luft und das kalte Gas vor dem Eintritt in die Maschine etwa auf 3 Atmosphären comprimiren, wodurch eine weit stärkere Expansion und Ausnutzung der Verbrennungswärme möglich gemacht würde.

### Cylinderdimensionen.

Wir wollen jetzt nur noch die Frage stellen:

Wie gross muss der Cylinder für eine 2pferdekräftige Gasmaschine sein, wenn sie mit 4 und wenn sie mit 5 Volumprocente Gas arbeitet, und wie viel Kühlwasser braucht man hierbei pr. Stunde?

Wird die Kolbengeschwindigkeit pr. 1 Meter angenommen, so ist der Kolbenweg pr. Minute

$$2ns = 60, \text{ also}$$

$$ns = 30 \text{ und } ns_1 = 15,$$

folglich in (4) eingeführt

$$N = 57,5 OF. \quad (36)$$

Für  $N=2$  und nach (33)  $F$  beziehungsweise = 0,816, 1,243, ist  $O = 0,0426, 0,0280$ .

Hiezu 4% auf die Kolbenstange gibt die Querschnittsfläche

$$\frac{D^2 \pi}{4} = 0,0443, 0,0291,$$

$$D = 0^m,238, 0^m,193;$$

und der Kolbenshub mit

$$e = 2,5 D = 0,60, 0,50$$

angenommen, folgt die zugehörige Anzahl Kolbenspiele aus

$$n = \frac{30}{s}: n = 50 \text{ respective } 60.$$

Man kann also sagen, dass man mit Rücksicht auf die erwähnte kürzere Dauer der Expansion und stärkere Kühlung bei Anwendung von 5% Leuchtgas und 60 Kolbenspielen per Minute einen Cylinder von wenigstens  $0^m,2 = 7\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser und  $0^m,5 = 19$  Zoll Hub benötigt, während eine derlei Dampfmaschine bei 60 Touren nur  $0^m,13 = 5$  Zoll Durchmesser und  $\frac{1}{4}$  Meter oder 13 Zoll Hub erhalten würde. Der Cylinder der Gasmaschine hätte also etwa 3faches Volumen, ein immerhin noch günstiges Resultat, das die Praxis wohl noch überschreiten wird.

### Kühlwassermenge.

Das Minimum des Kühlwassers ergibt sich aus unserer Rechnung bei Anwendung von 5% Gas wie folgt:

Das Gewicht des per Stunde abzukühlenden Gasgemenges ist nach (9):

$$Q = 60.2nG = 87,8\gamma n O s_1,$$

und da nach (5)

$$n O s_1 = \frac{S}{91,2r}$$

ist, so folgt

$$Q = \frac{87,8\gamma S}{91,2r} = 0,963 \frac{S}{r} \gamma,$$

oder wegen (18) und  $\lambda = 1,2932$ :

$$Q = 1,25 (1 - 0,583r) \frac{S}{r}.$$

Um dieses Gewicht Gas von der rationellen Wärmecapazität  $\epsilon = 0,1686 (1 + 1,082r)$

um  $\tau$  Grad C. abzukühlen, sind  $Q\tau\epsilon$  Wärmeeinheiten zu entziehen, welche von einer Kühlwassermenge =  $M$  Kilogramm aufgenommen werden sollen, die sich hierbei etwa von 10 auf 60° C. erwärmen darf, also die Wärmemenge 50  $M$  aufnimmt. Es ist also

$$M = \frac{Q\tau\epsilon}{50} \text{ Kilogramm oder Liter, d. i.}$$

$$M = \frac{1,25.0,1686}{50} \tau (1 - 0,583r) (1 + 1,082r) \frac{S}{r},$$

$$M = 0,00421 \tau (1 + 0,499r) \frac{S}{r},$$

wofür sicherer

$$M = \frac{5\tau}{1000} \left(1 + \frac{r}{2}\right) \frac{S}{r} \quad (37)$$

Für  $r = 0,05$  ist nach (31)

$$\tau = 370,$$

also

$$M = 1,85.1,025 \frac{S}{0,05}$$

$$M = 38 S \quad (38)$$

Für eine zweipferdekräftige Maschine kann  $S = 2 \times 1,6 = 3,2$  Cubicmeter angenommen werden, also ist der Minimalverbrauch an Kühlwasser für eine solche Maschine  $M = 38,3,2 = 132$  Kilog., oder 132 Liter, oder 4,2 Cubicfuss pro Stunde; d. i. circa 2 Cubicfuss pro Stunde und Pferdekraft, was freilich sehr wenig wäre. Leider fehlen alle Angaben zur Controlirung dieses Resultates.

Wir schulden jetzt noch die Ableitung der unter (11) bis (17) aufgestellten Formeln. Dieselben ergeben sich auf folgende Art:

Zur Bestimmung der Leuchtgasdichte  $\delta$  benützen wir die Angaben von Lipowitz über die Zusammensetzung des gereinigten Leuchtgases und die erfahrungsmässig bestimmten Dichten der Bestandtheile desselben.

100 Volumen Leuchtgas bestehen aus:

8	Volumen ölbildendes Gas	à	0,967	=	7,736
35	" Sumpfgas	à	0,559	=	19,565
46	" Wasserstoff	à	0,0691	=	3,179
7	" Kohlenoxyd	à	0,9678	=	6,775
3	" Stickstoff	à	0,9713	=	2,914
1	" Kohlensäure	à	1,529	=	1,529
100					41,698.

Die relative Dichte des Leuchtgases ist also:

$$\delta = 0,417, \dots \dots \dots (11)$$

folglich sein specifisches Gewicht bei 0° nach (7)

$$\gamma = (1 - 0,583 r) \lambda \dots \dots \dots (18)$$

Die procentuale Zusammensetzung desselben ist dem Gewichte nach:

0,59	Kohlenstoff
0,22	Wasserstoff
0,12	Sauerstoff
0,07	Stickstoff
1,00	

Bei der Verbrennung kann ein Theil des Kohlenstoffes, nämlich  $\frac{1}{3} \times 0,12 = 0,045$  entsprechend der Verbindung mit der vorhandenen Sauerstoffmenge zu Kohlensäure, als unwirksam angesehen werden. Es bleibt also wirksam:

0,545	C	à	7050	=	3842	Calorien
0,220	H	à	34463	=	7582	"
			zusammen		11424.	

Ein Kilogramm Leuchtgas liefert also bei der Verbrennung rund 11400 Wärmeeinheiten  $\dots \dots \dots (12)$

Behufs Bestimmung der beiden Wärmecapacitäten des durch die Verbrennung entstehenden Gemenges, muss dessen Zusammensetzung ausgemittelt werden.

Die in einem Kilog. Gas enthaltene Kohlenstoffmenge = 0,59 benötigt zur vollständigen Verbrennung

$$\frac{8}{3} \times 0,59 = 1,573 \text{ Kilog. Sauerstoff}$$

und die 0,22 Kilog. Wasserstoff benötigen

$$8 \times 0,22 = 1,760 \text{ " "}$$

$$\text{zusammen } 3,333 \text{ " "}$$

vorhanden sind, so werden der Luft entzogen  $\dots \dots \dots 3,213$  " "

und es werden hierbei gebildet

$$0,590 + 1,573 = 2,163 \text{ Kilog. Kohlensäure}$$

$$0,220 + 1,760 = 1,980 \text{ " Wasserdampf und}$$

$$\text{zusammen } 1 + 3,213 = 4,213 \text{ Kilog. Stickstoff,}$$

In einem Cubicmeter des zur Verpuffung kommenden Gemenges von 100° sind aber wegen (8) enthalten:

$$0,732 (1-r) \lambda \text{ Kilog. Luft und}$$

$$0,732 \delta r \lambda = 0,305 r \lambda \text{ Kilog. Gas.}$$

Aus letzterem entstehen also:

$$0,305 \cdot 2,163 r \lambda = 0,660 r \lambda \text{ Kilog. Kohlensäure}$$

$$0,305 \cdot 1,980 r \lambda = 0,604 r \lambda \text{ " Wasserdampf}$$

$$0,305 \cdot 0,070 r \lambda = 0,021 r \lambda \text{ " Stickstoff,}$$

und aus ersterer werden hierbei  $0,305 \cdot 3,213 r \lambda = 0,980 r \lambda$  Kilog. Sauerstoff entzogen. Die atmosphärische Luft enthält aber nach Bunzen, Reiset und Regnault in 100 Gewichtstheilen 23,2 Perc. Sauerstoff und 76,8 Perc. Stickstoff, folglich ist zur Lieferung von 0,980 rλ Sauerstoff eine Luftmenge erforderlich von  $\frac{100}{23,2} 0,98 r \lambda = 4,224 r \lambda$  Kilogramm, von welcher

$$0,768 \cdot 4,224 r \lambda = 3,244 r \lambda \text{ Kilogramm Stickstoff frei werden.}$$

Unzersetzt bleiben:

$$0,732 (1-r) \lambda - 4,224 r \lambda = \lambda (0,732 - 4,956 r) \text{ Kilog. Luft.}$$

Das aus einem Cubicmeter Gemenge von 100° durch die Verpuffung entstandene neue Gemenge enthält also:

(0,732 - 4,956 r) λ	Kilog. Luft
0,660 r λ	" Kohlensäure
0,604 r λ	" Wasserdampf
3,265 r λ	" Stickstoff

$$\text{Summe } (0,732 - 0,427 r) \lambda = 0,732 \gamma = \gamma', \dots \dots (39)$$

natürlich das unveränderte Gewicht. Aber seine relative Dichte hat sich geändert. Vor der Verpuffung war dieselbe

$$\delta_0 = \frac{\gamma}{\lambda} = 1 - 0,583 r \dots \dots \dots (13)$$

Nach der Verpuffung ergibt sich das Volumen des oben ermittelten Gemenges, gemessen bei 100° Temperatur und einer Atmosphäre Spannung aus dem Volumen der einzelnen Bestandtheile. Es ist aber das Volumen von 1 Kilog. Luft bei 0° Temperatur =  $\frac{1}{\lambda} = 0,7733$  Cubicmeter, also das Volumen bei 100°:

$$V = \frac{1,3665}{\lambda}$$

Das Volumen von 1 Kilog. Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff bei einer Atmosphäre und 100° Temperatur ist im Verhältniss der Dichte dieser Gase, nämlich im

$$1,529, 0,622, 0,9713$$

$$\text{kleiner. Es ergibt sich also das Volumen des obigen Gemenges, gemessen unter } 100^\circ \text{ und 1 Atmosphäre}$$

$$= (0,732 - 4,956 r) \lambda V + \left( \frac{0,660}{1,529} + \frac{0,604}{0,622} + \frac{3,265}{0,9713} \right) r \lambda V = (0,732 - 0,192 r) \lambda V.$$

Das Gewicht desselben ist



$$\gamma' = (0,732 - 0,425 r) \lambda,$$

folglich das Volumen von einem Kilogramm gemessen unter 100° und einer Atmosphäre

$$V' = \frac{0,732 - 0,192 r}{0,732 - 0,427 r} V,$$

während das Volumen von 1 Kilogr. Luft bei gleicher Spannung und Temperatur =  $V$  ist. Die relative Dichte dieses verpufften Gemenges ist also

$$\delta_1 = \frac{V}{V'} = \frac{0,732 - 0,427 r}{0,732 - 0,192 r} = \frac{1 - 0,583 r}{1 - 0,262 r}.$$

Da  $r$  ein kleiner Bruch ist, so kann man schreiben

$$\delta_1 = (1 - 0,583 r) (1 + 0,262 r),$$

$$\delta_1 = 1 - 0,321 r \dots \dots \dots (14)$$

Verglichen mit (13) besitzt das verpuffte Gemenge etwas grössere Dichte. Wir benötigen dieselbe zur Bestimmung der rationellen Wärmecapazität  $\mathfrak{C}$ , denn es ist für alle Gase das Product der Dichte in die Differenz der Wärmecapazität  $\mathfrak{C}'$  bei constantem Druck und der Wärmecapazität  $\mathfrak{C}$  bei constantem Volumen eine absolute Constante:

$$\delta (\mathfrak{C}' - \mathfrak{C}) = \text{Const.}$$

Da für die atmosphärische Luft

$$\left. \begin{array}{l} \mathfrak{C}' = 0,2377 \\ \mathfrak{C} = 0,1686 \\ \delta = 1 \end{array} \right\}$$

ist, so folgt

$$\text{Constans} = 0,0691,$$

also hier für unser Gemenge nach der Verpuffung

$$\delta_1 (\mathfrak{C}' - \mathfrak{C}) = 0,0691 \dots \dots \dots (40)$$

Es handelt sich also jetzt um die spezifische Wärme  $\mathfrak{C}'$ , und diese ergibt sich einfach nach der Mischungsformel.

Die erfahrungsmässig bestimmten Wärmecapacitäten  $\mathfrak{C}'$  bei constantem Druck sind nämlich nach Regnault:

$$\text{Für Luft } \mathfrak{C}' = 0,2377,$$

$$\text{" Kohlensäure } 0,2164,$$

$$\text{" Wasserdampf } 0,475,$$

(wahrscheinlicher ist der von Boedeker berechnete Werth 0,382)

$$\text{für Stickstoff } 0,2440.$$

Hieraus folgt das  $\mathfrak{C}'$  des Gemenges vom Gewichte  $\gamma'$ :

$$\gamma' \mathfrak{C}' = [0,2377 (0,732 - 4,956 r) + 0,2164 \cdot 0,660 r + 0,475 \cdot 0,604 r + 0,244 \cdot 3,265 r] \lambda,$$

somit wegen (39)

$$\mathfrak{C}' = \frac{0,2377 \cdot 0,732 + 0,048 r}{0,732 - 0,427 r} = \frac{0,2377 + 0,066 r}{1 - 0,583 r} =$$

$$= 0,2377 \frac{1 + 0,278 r}{1 - 0,583 r},$$

$$\mathfrak{C}' = 0,2377 (1 + 0,861 r) \dots \dots \dots (15)$$

Nach (40) und (14) ist also:

$$(1 - 0,321 r) \cdot 0,2377 (1 + 0,861 r) - (1 - 0,321 r) \mathfrak{C} = 0,0691,$$

$$0,2377 (1 + 0,540 r) - 0,0691 = (1 - 0,321 r) \mathfrak{C},$$

$$\mathfrak{C} = 0,1686 (1 + 1,082 r) \dots \dots \dots (16)$$

Folglich das Verhältniss der beiden Wärmecapacitäten:

$$\kappa = \frac{\mathfrak{C}'}{\mathfrak{C}} = 1,41 \cdot \frac{1 + 0,861 r}{1 + 1,082 r},$$

$$\kappa = 1,41 (1 - 0,221 r) \dots \dots \dots (17)$$

womit die oben angeführten Resultate gerechtfertigt sind.

## Analytische Beleuchtung der versteiften Kettenbrücke über den Wiener-Donaucanal nach Schnirch, gestützt auf die veröffentlichten Versuche.

(Mit Figuren auf Blatt B im Texte.)

### Berechnung der Spannungen der Ankerketten.

Ein Parabelsegment hat die Eigenschaft, dass, wenn im Halbirungspuncte der Sehne eine Parallele zur Abscissenachse  $AA$  (Fig. 1) geführt wird, der doppelte Auftrag des Segmentpfeiles  $f$  nach auswärts den Punct  $D$  bestimmt, in welchem die beiden Tangenten der zwei Parabeln den sich schneiden müssen. Wendet man diesen Satz bei den Ankerketten an, wo eben der Segmentpfeil in der Art parallel zur Abscissenachse aufgezeichnet wurde, so findet man für die Parabelcurve  $BB$ , unter der Annahme, dass die Grössen  $b, c, f$  und  $\triangle \beta$  bekannt sind, folgende Gleichungen:

$$\text{tang } \alpha = \left( \frac{\frac{c}{2} + 2f}{\frac{b}{2}} \right), \dots \dots \dots (I)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ordinate } y = \frac{b^2}{8f} \text{ tang } \alpha, \dots \dots \dots \\ y = \frac{\frac{c}{2} + 2f}{\text{tang } \alpha - \text{tang } \beta}, \dots \dots \dots \\ y = \frac{b}{2} \left( \frac{c}{4f} + 1 \right), \dots \dots \dots \end{array} \right\} (II)$$

und das Verhältniss der Pfeilhöhe zur Spannweite

$$= \frac{x}{2y} = \frac{1}{\frac{2y}{x}} = \frac{1}{n} = \frac{\text{tang } \alpha}{4}, \dots \dots \dots (III)$$

d. i.

$$\frac{4}{n} = \text{tang } \alpha. \dots \dots \dots$$

Nun wird aber die Länge ( $L$ ) der ganzen Parabelcurve durch folgenden Ausdruck repräsentirt:

$$L = 2y \left[ 1 + \frac{1}{6} \left( \frac{4}{n} \right)^2 - \frac{1}{40} \left( \frac{4}{n} \right)^4 + \dots \dots \right] \dots \dots \dots (IV)$$

oder

$$L = 2y \left( 1 + \frac{1}{6} \text{ tang } \alpha^2 + \dots \dots \right) \dots \dots \dots$$

Ferner wird die Spannung ( $S$ ) einer Kette oben am Aufhängepuncte pr. Quadratzoll, wenn  $Q$  das Gewicht der Kette bedeutet, mittelst der Formel dargestellt:

$$S = \left( \frac{n}{8} + \frac{1}{n} \right) Q.$$

Dieses Gewicht der Ankerkette  $Q$  bei dieser Brücke beträgt

$$\left. \begin{array}{l} 0,22 \text{ Wien. Ctr. pr. Quad.-Zoll auf 1 Curr.-Klfr.} \\ \text{oder} \\ 0,03666 \text{ " " " " 1 Curr.-Fuss.} \end{array} \right\} (\gamma)$$

Dies letztere auf die Längeneinheit und auf den Quad.-Zoll bezogene Gewicht mit  $(\gamma)$  bezeichnet, ergibt das Maass der Spannung ( $S$ ) im Aufhängepuncte in Wien. Ctr. und pr. Quad.-Zoll mit

Fig. 1.

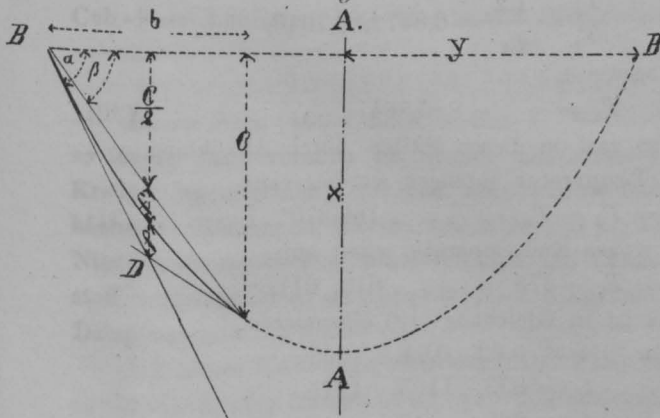
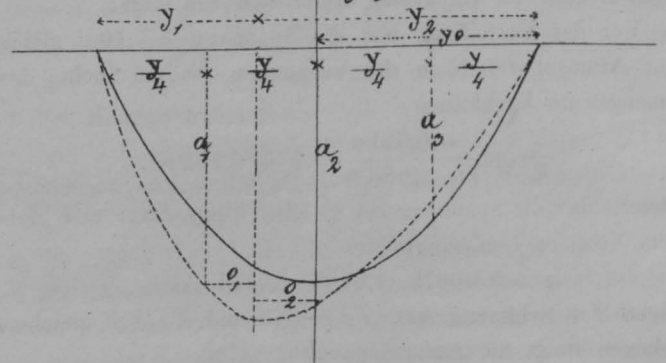


Fig. 3.

(Fadl  $\frac{2}{b}$ )



Ztr. pr. □	
(0-u)	(0+u)
492	1019

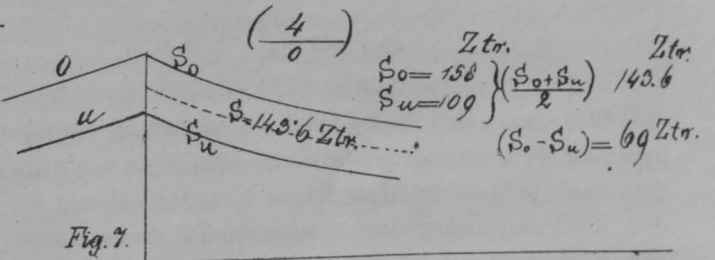
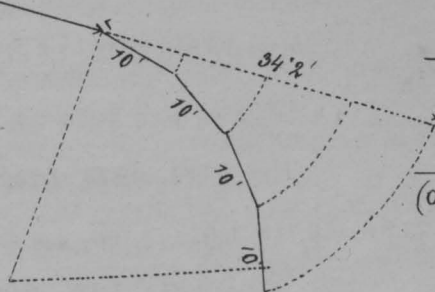


Fig. 2.

Obere Ankerkette.



Ztr. pr. □	
(0-u)	(0+u)
?	?

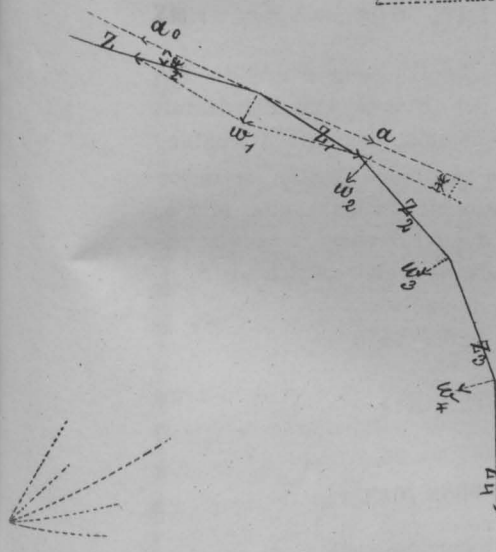
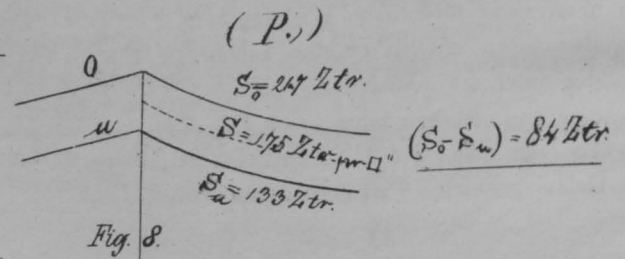


Fig. 4.

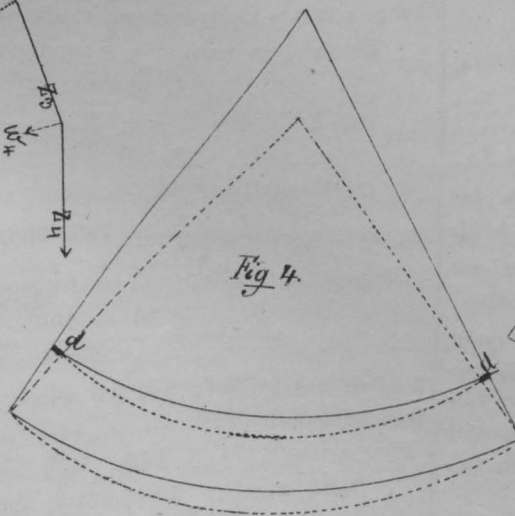


Fig. 5.

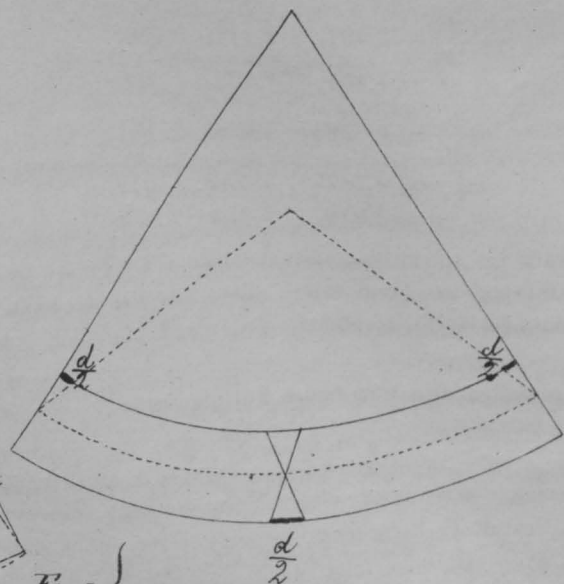
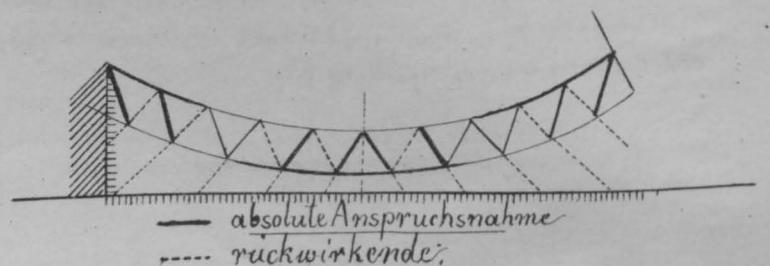
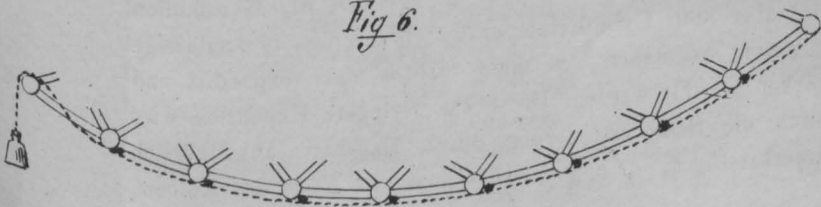


Fig. 6.



$$\left. \begin{aligned} s &= \gamma \cdot L \cdot \left( \frac{n}{8} + \frac{1}{n} \right) \dots \dots \dots \\ s &= \gamma \cdot 2y \left( 1 + \frac{1}{6} \tan \alpha + \dots \right) \left( \frac{1}{2 \tan \alpha} + \frac{\tan \alpha}{4} \right) \\ s &= \gamma \cdot \frac{b^2}{4f} \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \tan \alpha + \frac{1}{24} \tan^2 \alpha + \dots \right) \\ \text{oder} \\ s &= \gamma \left( \frac{b^2}{8f} + \frac{c^2}{nf} + \frac{2}{3} c + \dots \dots \dots \right) \end{aligned} \right\} \quad (V)$$

Diesem zufolge lässt sich die im Anhang beige geschlossene Tabelle entwickeln, aus welcher folgende interessante Hauptmomente zu entnehmen wären:

1. dass die oberen Ankerketten um ein Bedeutendes mehr als die untern Ankerketten in Anspruch genommen werden, dass

2. die Differenzen der Inanspruchnahme der oberen und untern Ankerkette je eines Kettenpaares bei dem verschiedenen Auffahren der Last von 22 bis 58 Ctr. pr. Quad.-Zoll wechseln; — und dass trotz diesem

3. die arithmetischen Mittel der Spannungen zwischen der oberen und untern Ankerkette je eines Paares sowohl auf der Auffahrtsseite wie auch auf der unbelasteten Seite — mit Hinweglassung der kleinen Unterschiede, welche auf ein diagonales Spiel deuten — sich nahezu gleichstellen;

4. dass die Inanspruchnahme der Ankerketten bei einer Lastauffahrt von  $\frac{1}{4}$  der Brückenlänge, wie es der Versuch  $\left( \frac{3}{b} \right)$  erweist, wohl als die grösste sich herausstellt, jedoch in einem so geringen Uebermaasse von zwei Percent, dass man den Vorschlag einer gleichförmigen Belastung in der ganzen Länge der Bahn nicht zu überschreiten braucht;

5. dass bei einer Lastauffahrt von  $\frac{1}{4}$  der Brückenlänge und  $\frac{1}{4}$  unbelasteter Länge, wie der Versuch  $\left( \frac{1}{b} \right)$  es zeigt, der Fall eintritt, wo die untern Ankerketten auf der belasteten Auffahrtsseite weniger in Anspruch genommen werden, als dies bei vollkommener Entlastung der Brücke stattfindet;

6. dass die Belastung der halben Brückenlänge, nach dem Fall  $\left( \frac{2}{b} \right)$  eine Minderinanspruchnahme der Ankerketten von 8% als die totale Belastung auf der ganzen Länge erweist, und endlich

7. dass die Reibung des Kettenwagens am Aufhängepunkte bei Belastung der Brücke für die Inanspruchnahme der Ankerketten einen sehr günstigen Factor abgibt.

Nach dem Versuch  $\left( \frac{4}{a} \right)$  wäre die Mittelspannung der versteiften Tragketten  $s_k$

$$s_k = \left( \frac{n_k}{8} + \frac{1}{n_k} \right) Q;$$

setzt man

$$\frac{1}{n_k} = \frac{1}{19},$$

$$Q_k = 6260 \text{ Ctr. constante Last} \\ + 8400 \text{ Ctr. zufällige } "$$

$$Q_k = 14600 \text{ Ctr.,}$$

so wird die Mittelspannung der versteiften Tragketten

$$s_k = 143,6 \text{ Wiener Ctr. pr. Quadratzoll,}$$

wo hingegen die Mittelspannung der Ankerketten

$$\frac{O_k + U_k}{2} = 100 \text{ Wiener Ctr. pr. Quadratzoll beträgt;}$$

ganz entgegengesetzt aber wirkt die Reibung in dem Entlastungsfalle  $\left( \frac{0}{a} \right)$ , denn da entfällt für die Mittelspannung der versteiften Tragketten

$$s_k = \left( \frac{n_k}{8} + \frac{1}{n_k} \right) Q_k = \left( \frac{19,5}{8} + \frac{1}{19,5} \right) 6260 \text{ Ctr.}$$

$s_k = 62,8$  Wiener Ctr. pr. Quadratzoll, während die der Ankerketten

$$\left( \frac{O_k + U_k}{2} \right) = 71,7 \text{ Wiener Ctr. pr. Quadratzoll beträgt.}$$

Ueber die Längenausdehnung der Ankerketten.

Die vier letzten Verankerungsglieder vor dem Wurzelende schliessen je eines zum anderen einen Winkel  $\phi = 20^\circ 12' 0''$  ein.

Setzt man den Coefficienten für die gleitende Reibung, welche die Kettenaugen an den Auflagplatten üben  $\varphi = 0,18$ , und die Spannungen der nach einander folgenden Verankerungsglieder laut Fig. 2 mit  $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4$  an, so werden die auf die Reibung hinwirkenden Componenten  $W_1, W_2, W_3, W_4$ .

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= (z_0 + z_1) \sin \frac{\phi}{2} \dots \dots \dots \\ W_2 &= (z_1 + z_2) \sin \frac{\phi}{2} \dots \dots \dots \\ W_3 &= (z_2 + z_3) \sin \frac{\phi}{2} \dots \dots \dots \\ W_4 &= (z_3 + z_4) \sin \frac{\phi}{2} \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad (VI)$$

Nun muss die auf die Vermittlungsebene  $a_0, a_1$  reducirte Spannung  $a_0 = a_1 +$  dem Reibungswiderstande, d. i.

$$a_0 = a_1 + \varphi W_1$$

sein, oder

$$z_0 \cos \frac{\phi}{2} = z_1 \cos \frac{\phi}{2} + \varphi (z_0 + z_1) \sin \frac{\phi}{2};$$

daraus folgt:

$$z_1 = z_0 \left( \frac{1 - \varphi \tan \frac{\phi}{2}}{1 + \varphi \tan \frac{\phi}{2}} \right) \dots \dots \dots = 0,938 z_0$$

$$z_2 = z_1 \left( \frac{1 - \varphi \tan \frac{\phi}{2}}{1 + \varphi \tan \frac{\phi}{2}} \right) = z_0 \left( \frac{1 - \varphi \tan \frac{\phi}{2}}{1 + \varphi \tan \frac{\phi}{2}} \right)^2 = 0,880 z_0$$

$$z_3 = \dots \dots \dots = z_0 \left( \frac{1 - \varphi \tan \frac{\phi}{2}}{1 + \varphi \tan \frac{\phi}{2}} \right)^3 = 0,825 z_0$$

$$z_4 = \dots \dots \dots = z_0 \left( \frac{1 - \varphi \tan \frac{\phi}{2}}{1 + \varphi \tan \frac{\phi}{2}} \right)^4 = 0,774 z_0$$

$$(z_1 + z_2 + z_3 + z_4) = \dots \dots \dots = 3,42 z_0. \quad (VII)$$

Dieser letztere summarische Ausdruck für die Grösse der Spannung aller vier Verankerungsglieder, als wenn diese in der Richtung des Gliedes  $z_0$  ginge, kann aber auch das Ausmass der Längenausdehnung repräsentiren, — auf diese Art wird die aus diesem Calcul hervorgehende Länge ( $l_0$ ) der

obern Ankerkette, wenn  $z_0 = 10$  Fuss d. i. der Länge eines Verankerungsgliedes gleich gesetzt wird:

$$l_0 = 71,6 + 10 (z_1 + z_2 + z_3 + z_4) = 71,6 + 34,2 \text{ Fuss}$$

d. i.  $l_0 = 105,8$  Fuss;

und ebenso wird die aus dem Calcul hervorgehende Länge ( $l_u$ ) der untern Ankerkette, wenn  $z_0 = 9,46$  Fuss gesetzt wird

$$l_u = 70,2 + 9,46 (z_1 + z_2 + z_3 + z_4)$$

$$l_u = 101,4 \text{ Fuss.}$$

Multiplicirt man die zwei Längen  $l_0$  und  $l_u$  mit der bezüglichen Spannungsdifferenz aus der grössten und kleinsten Inanspruchnahme laut den Fällen  $\left(\frac{0}{a}\right)$  und  $\left(\frac{3}{b}\right)$  und

mit dem reziproken Werthe des Elasticitätsmodul ( $E$ ), der nach Rebhann  $E = 250000$  Ctr. per Quadratzoll beträgt, so erhält die Längenausdehnung ( $\delta$ ) bei der oberen Ankerkette für 47 Ctr. Differenz auf den Quadratzoll  $\delta_0 = 2,9$  Linien bei der untern Ankerkette für 25 Ctr.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Differenz auf den Quadratzoll } \dots \delta_u = 1,5 \text{ „} \\ \text{im Mittel } \frac{\delta_0 + \delta_u}{2} \dots = 2,2 \text{ Linien} \end{array} \right\} \text{(VIII)}$$

Demzufolge wäre die nicht mehr zurückgehende Längenausdehnung ( $\Delta$ ) der Ankerketten, vermöge der Spannungen bei der entlasteten Brücke  $\left(\frac{0}{a}\right)$  bei der oberen Ankerkette mit

$$\left. \begin{array}{l} \text{einem Zug von 84 Ctr. auf den Quadratzoll } \Delta_0 = 5,13''' \\ \text{bei der untern Ankerkette mit einem Zug} \\ \text{von 59 Ctr. auf den Quadratzoll } \dots \Delta_u = 3,45''' \end{array} \right\} \text{(IX)}$$

$$\text{im Mittel } \frac{\Delta_0 + \Delta_u}{2} \dots = 4,3'''$$

Diese hier berechneten Daten berechtigen nun zu folgenden Schlüssen:

Erstens, dass die bei der ersten Probefahrt entstandene nicht mehr zurückgegangene Verrückung des Kettenwagens nach Einwärts mit  $13'''$  die dreifache von jener ist, die nach (IX) hätte eintreten sollen, welches aber immerhin durch die Pressung der frischen Gewölbsfugen hinlänglich zu motiviren ist;

zweitens, dass in Folge der differirenden Ausdehnung von der oberen und untern Ankerkette — Ausdruck (VIII) — entweder die obere Ankerkette auf dem Kettenwagen nach Einwärts gleitet, oder wenn dies nicht der Fall ist, bei dem Kettenwagen irgend eine Oscillation ersichtlich werden muss, — ein Resultat, welches Herr Ingenieur Favero, der sich bei den Beobachtungen dieser Brücke betheiligte, bestätigt; jedoch mit dem Bemerkens, dass dieser Ausschlag für die Oscillation mit ein Paar Sekunden anzuschlagen wäre, — hinsichtlich der Gleitung der oberen Ankerkette am Kettenwagen aber nichts wahrgenommen wurde.

Dieser halbe Contrast mit dem erschlossenen Resultat mag darin seine Ursache finden, dass Herr Favero das Hauptaugenmerk auf diesen Gegenstand erst dann zu werfen Gelegenheit hatte, als schon die Vermauerung der Aufhängepunkte geschah, und die Unzugänglichkeit hier leider zum Bedauern der Wissenschaft einen grossen Eintrag macht.

Ueber die Deformirung der versteiften Tragketten.

Sind bei einer veränderten Parabel (Fig. 3) bei dem  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ten Theil der Spannweite die Abscissen  $a_1$ ,  $a_2$ , oder die

denen entsprechenden Setzungen gemessen, so ist nach der Formel (II):

$$y_1 = \frac{y}{2} \left( \frac{a_2}{4f_1} + 1 \right) = \frac{y}{4} \left( \frac{4a_1 - a_2}{2a_1 - a_2} \right)$$

$$y_2 = \frac{y}{2} \left( \frac{a_2}{4f_1} + 1 \right) = \frac{y}{4} \left( \frac{4a_3 - a_2}{2a_1 - a_2} \right)$$

und daraus die Ordinate  $o_1$

$$o_1 = \frac{y_2 - y_1}{2} = \frac{y}{4} \left( \frac{a_2 (a_1 - a_3)}{(2a_3 - a_2)(2a_1 - a_2)} \right). \text{ (X)}$$

Die Ordinate  $o_2$  für die rechte Seite, wie auch die Ordinate  $o_3$  für die linke Seite lässt sich jedoch für jede Seite selbstständig entwickeln, wonach sich die Formeln, wie folgt, stellen:

$$o_2 = y \left( \frac{\frac{1}{2} a_2 - a_3}{2a_3 - a_2} \right) \dots \dots \dots \text{ (XI)}$$

$$o_2 = \frac{y}{4} \left( \frac{2a_1 - 2a_2}{2a_1 - a_2} \right) \dots \dots \dots \text{ (XII)}$$

Für den Fall  $\left(\frac{2}{b}\right)$ , d. i. für den Fall, wo bloß die halbe

Bahn mit zwei in einer Richtung auffahrenden Kohlenzügen belastet erscheint, — ergibt sich bei der Annahme  $\frac{1}{4}$  der Pfeilhöhe von der Spannweite und den dabei constatirten Setzungen

bei $\frac{1}{4}$	bei $\frac{1}{4}$	bei $\frac{1}{4}$ der Länge:
$+4'' 7\frac{1}{2}'''$	$+4'' 3'''$	$-10\frac{1}{2}'''$ Setzung

nach den verschiedenen Gleichungen

als (X)  $\dots \dots \dots o_1 = 62$  Zoll

als (XI)  $\dots \dots \dots o_2 = 42$  Zoll

als (XII)  $\dots \dots \dots o_3 = 117$  Zoll

das wäre im Mittel  $\dots o_1 = 74$  Zoll, d. i. nahezu der Dimension von dem Triebbad bis zur Brust der Locomotive.

Jedenfalls zeigt dieser für die Deformirung der versteiften Tragketten ungünstigste Fall zur Genüge den grossen Werth der Versteifungen und es fällt für die Zukunft jeder Einwand gegen das System der Versteifung im Allgemeinen hinweg — umsomehr, als das Versteifungssystem sich immer mehr und mehr ausbilden wird, um den sublimen Anforderungen Rechnung tragen zu können.

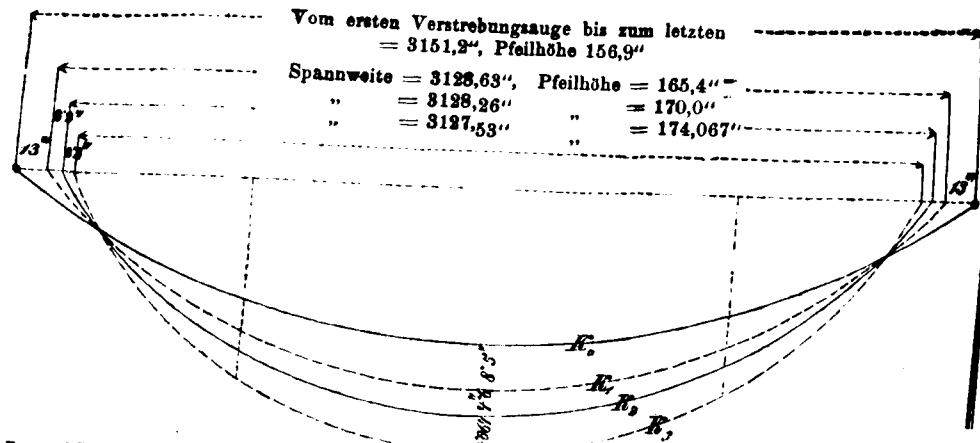
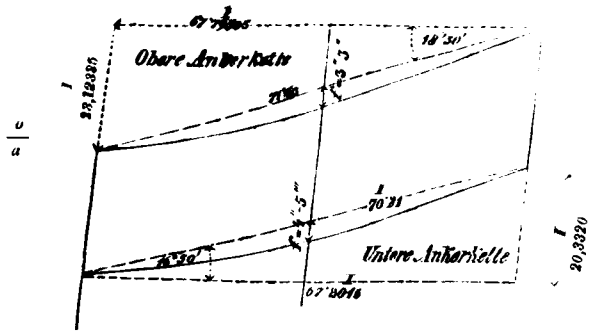
Es zeigt ferner dieser Fall, dass die Inanspruchnahme der Ketten, wie schon früher erwähnt, um 8 Percent sich unter der Inanspruchnahme bei totaler Belastung halte, — und nicht über die letztere sich stelle, wie es Herr Oberinspector Schnirch in seinem Calcul, Seite 18, Artikel VI, über die Probabelastung deducirt, wonach eine Ueberlastung von 13% stattgefunden hätte.

Längenausdehnung der versteiften Tragketten.

Nach der mit (VIII) gefundenen Längenausdehnung der Ankerketten im Mittel  $\left(\frac{\delta_0 + \delta_u}{2}\right)$  bewegt sich jeder Kettenwagen nach einwärts um 2,2 Linien.

Dieses steht im Einklang mit der Bestätigung des Ingenieur Favero, der bei der Auffahrt eines Kohlenzuges auf der belasteten Geleisseite das Rollen des Kettenwagens mit  $1\frac{1}{2}'''$ , auf der unbelasteten Geleisseite das Rollen des Kettenwagens mit  $\frac{1}{2}'''$  beobachtet haben will.

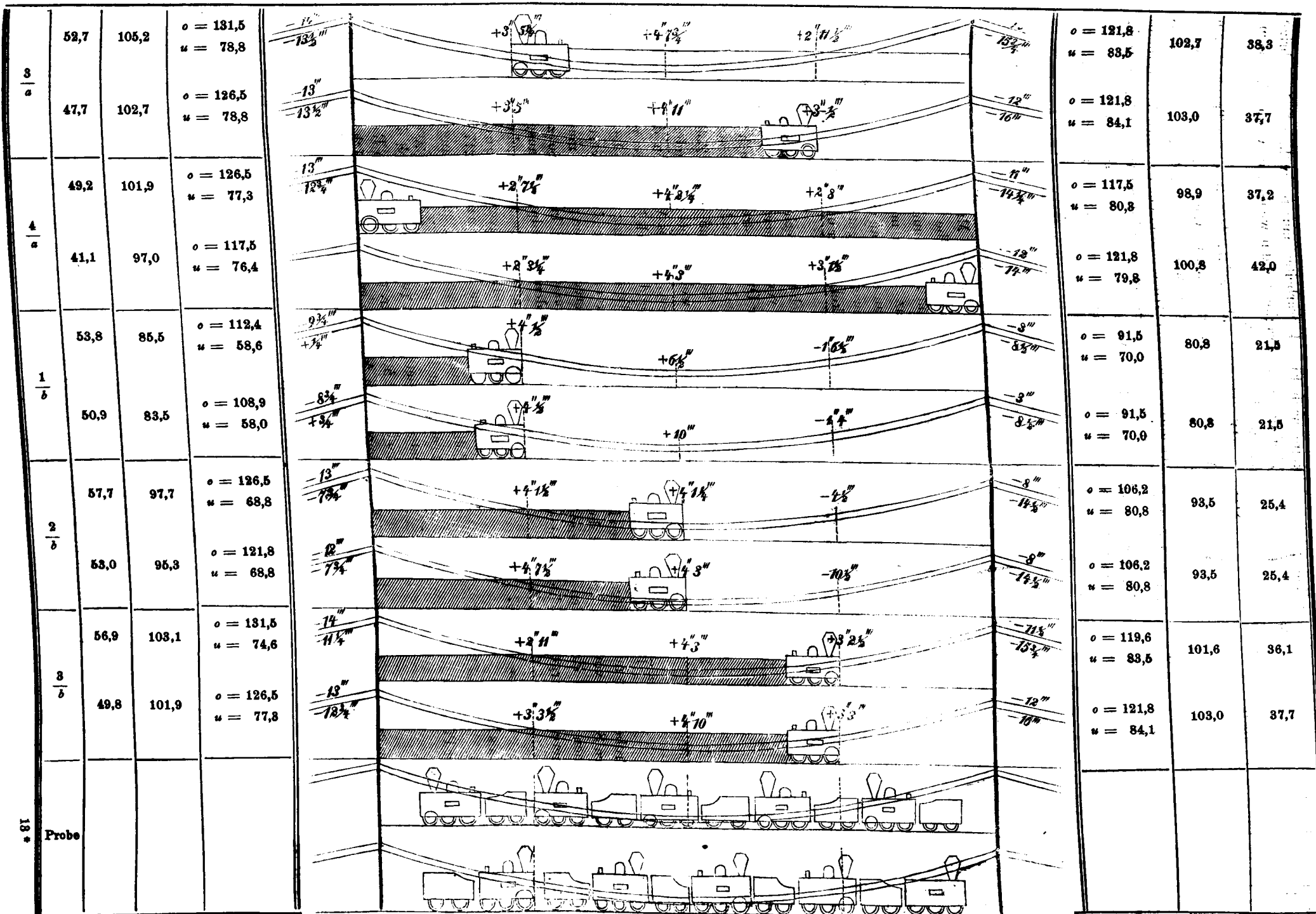
Nun bestehen für die obere Kettencurve vom ersten Verstreibungsauge bis zum letzten Auge folgende Construc-tionsdaten:



Länge der Tragketten	Verhältniss Pfeilhöhe Spannweite	entspricht folgenden Fällen:
$K_0 = 3151,63''$	$\frac{1}{19,955}$	der ursprüngl. Construction
$K_1 = 3151,79''$	$\frac{1}{18,916}$	dem Fall $\frac{o}{a}$
$K_2 = 3152,72''$	$\frac{1}{18,4}$	" " $\frac{a}{4}$
$K_3 = 3153,17''$	$\frac{1}{17,967}$	" " d. Probe
$(K_3 - K_0) = 1,54''$		

**Berechnung für die Inanspruchnahme der Ketten bei der versteiften Kettenbrücke über den Donaucanal, von Fr. Schnirch,**  
gestützt auf die veröffentlichten Versuche (Wien 1861).

	Spannung der Ankerketten in Wr. Ctr. pr. Quad.-Zoll			+ Setzungen - Hebungen der Fahrbahn, wenn der Entlastungsfall $\frac{0}{a}$ als Norm angenommen wird.	(-) Hebung der Ankerketten (+) Senkung der Ankerketten	Spannung der Ankerketten in Wr. Ctr. pr. Quad.-Zoll		
	Differenz ( $o - u$ )	Mittelspannung $\left(\frac{o + u}{2}\right)$	der oberen der unteren			der oberen der unteren	Mittelspannung $\left(\frac{o + u}{2}\right)$	Differenz ( $o - u$ )
$\frac{o}{a}$	25,6	71,7	$o = 84,5$ $u = 58,9$			$o = 84,5$ $u = 58,9$	71,7	25,6
	25,6	71,7	$o = 84,5$ $u = 58,9$			$o = 84,5$ $u = 58,9$	71,7	25,6
$\frac{1}{a}$	32,7	84,1	$o = 100,4$ $u = 67,7$	$-6\frac{1}{2}''$ $-8''$	$+7\frac{1}{2}''$ $+9''$	$o = 100,4$ $u = 66,3$	83,4	34,1
	40,0	83,6	$o = 103,6$ $u = 63,6$	$-7\frac{1}{2}''$ $-9''$	$+7\frac{1}{2}''$ $+9''$	$o = 96,8$ $u = 68,4$	82,6	28,4
$\frac{2}{a}$	42,1	97,5	$o = 118,5$ $u = 76,4$	$-11\frac{1}{2}''$ $-12\frac{1}{2}''$	$+8\frac{1}{2}''$ $+9\frac{1}{2}''$	$o = 115,5$ $u = 78,8$	97,2	36,7
	46,1	95,5	$o = 118,5$ $u = 72,4$	$-12\frac{1}{2}''$ $-10''$	$+8\frac{1}{2}''$ $+9''$	$o = 111,5$ $u = 80,3$	95,9	21,2



die Spannweite .....	$s_0 = 3130,8$	Zoll	} (XIII)
die Pfeilhöhe .....	$= 156,9$	"	
die obere Kettenlänge .....	$K_0 = 3151,2$	"	
und das Verhältniss (der Pfeilhöhe zur Spannweite) .....	$\frac{1}{n_0} = \frac{1}{19,955}$	"	

Für den gegenwärtigen Fall  $\left(\frac{0}{a}\right)$  während der Entlastung — wenn man die 13"', um die jeder Kettenwagen bei der ersten Probe nach einwärts gerollt ist, wie auch die constante Setzung von 8,5 Zoll, welche die Tragketten damals angenommen haben, in Berücksichtigung zieht — ändern sich die oberen Zahlen wie folgt:

Spannweite .....	$s_1 = 3128,63$	Zoll	} $\frac{0}{a}$ (XIV)
Pfeilhöhe .....	$= 165,4$	"	
obere Curvenlänge als Parabel gerechnet .....	$K_1 = 3128,63$	"	
das Verhältniss (der Pfeilhöhe zur Spannweite) .....	$\frac{1}{n_1} = \frac{1}{18,916}$	"	

Für den Belastungsfall  $\left(\frac{3}{b}\right)$  laut Zeichnung, wo die Setzung im Mittel 4" 6" und das weitere Rollen des Kettenwagens nach einwärts auf jeder Seite 2,2" beträgt, stellen sich die Zahlen wie folgt:

Spannweite .....	$s_2 = 3128,26$	Zoll	} $\frac{3}{b}$ (XV)
Pfeilhöhe .....	$= 170,0$	"	
obere Curvenlänge als Parabel gerechnet .....	$K_2 = 3152,72$	"	
das Verhältniss (der Pfeilhöhe zur Spannweite) .....	$\frac{1}{n_2} = \frac{1}{18,4}$	"	

Endlich für den Probefall (P) mit 10 aufgefahrenen Locomotiven bei der weitem Setzung von 4,067" und bei dem im Minimum angenommenen Rollen eines jeden Kettenwagens nach einwärts um fernere 2,2" ergeben sich die Zahlen als:

Spannweite .....	$s_3 = 3127,53$	Zoll	} (P) (XVI)
Pfeilhöhe .....	$= 174,067$	"	
die obere Curvenlänge als Parabel gerechnet .....	$K_3 = 3153,17$	"	
und das Verhältniss (der Pfeilhöhe zur Spannweite) .....	$\frac{1}{n_3} = \frac{1}{17,967}$	"	

Zieht man die Länge des letzten Falles, d. i.  $K_3$ , von der Constructionslänge  $K_0$  ab, so erhält man die Differenz für die Längenausdehnung der Tragkette ( $K_3 - K_0$ ) = 1,54 Zoll, eine Grösse, welche in der Wirklichkeit auf directe Art schon messbar ist.

Doch diese Ausdehnung ist keine gleichförmige, und die einfache Messung der ganzen Länge würde der Wissenschaft, welche besonders ihr Augenmerk auf die verschiedenen Spannungen der Einzelglieder beim Aufhängepunkt oder beim Scheitel richten muss, auf diese Weise nicht das gehörige Mittel an die Hand geben, — denn noch vor der Herstellung der Brücke hat die Kritik es schon erschlossen gehabt, dass, wenn die untere Tragkette in ihrer ganzen Länge gleichförmig zur Inanspruchnahme käme, die obere Tragkette am Aufhängepunkte, falls die Versteifung keine Elasticität besitzt, auf beiden Seiten den Weg  $d$  auf Kosten der obern Anker-

kette nach Fig. 4 erarbeiten müsste, während der übrige Theil der obern Tragkette dafür weniger in Anspruch genommen werden möchte.

Die Thatsache aber zeigt, dass die obere Tragkette am Aufhängepunkt diesen ganzen Weg  $d$ , welcher für dieses System eine Lebensfrage war, nicht erarbeitet, sondern dass der übrige Theil der Arbeit sich in einer andern Art vertheilt. Nach der Wahrscheinlichkeit wird diese Arbeit oder vielmehr der Weg dieser Arbeit, die unter jeder Bedingung vor sich gehen muss, nach Fig. 5 verrichtet; indem die halbe Arbeit sich an der obern Tragkette vom Aufhängepunkte abnehmend gegen den Scheitel und die halbe Arbeit sich an der untern Tragkette vom Scheitel abnehmend gegen die Aufhängepunkte vertheilt.

Dieses erschlossene Resultat gibt einen leichten Anhaltspunkt zur desto leichtern Messung der Tragkettenausdehnung, insofern als die halbe untere Kette nächst dem Scheitel beinahe 1 Zoll Ausdehnung ausweisen müsste. Die Messung könnte ganz einfach mit einem seidenen Faden, nach Fig. 6, indem man diesen an eingebrachten Stricknadeln leicht gleiten lässt, bewerkstelliget werden.

Die andern Partikel, grösser oder kleiner, könnten ebenso gemessen werden.

Wollte man jedoch zur Berechnung der Spannungen noch bezeichnendere oder verlässlichere Daten finden, so müsste man die Stellung der Diagonalstreben, nach Fig. 5, einmal im entlasteten Zustande, das anderemal im belasteten Zustande mittelst Visur auf die mit einem Zollmaassstab eingetheilte Fahrbahn, welche stets unveränderlich gegen die Ketten bleibt beziehen, welches Verfahren den Unterschied der Tangenten gäbe, und zugleich hinreichen würde, eine präcise Berechnung für die Spannung eines jeden einzelnen Kettengliedes zu constatiren, während gegenwärtig man sich nur in Wahrscheinlichkeitsrechnungen ergehen muss, die dem Raisonement ein zu grosses Feld lassen. So z. B. haben mir mehrere von verschiedenen Standpunkten ausgehende Calculé das nahezu übereinstimmende Resultat gegeben, dass bei der Probebelastung mit 10 Locomotiven die obere Tragkette am Aufhängepunkte im Minimum mit 217 Ctr. pr. Quad.-Zoll, die untere Tragkette am Aufhängepunkte im Maximum mit 133 Ctr. pr. Quad.-Zoll, dagegen im Scheitel in entgegengesetzter Art (und das zwar nach dem Elasticitätsmodul mit 250,000 Ctr. pr. Quad.-Zoll von Rebhann angenommen) in Anspruch gekommen wären. Ich will dies durch den einfachsten Wahrscheinlichkeitscalculé deduciren (Fig. 7).

Bei dem Versuche  $\left(\frac{4}{a}\right)$  ist die Mittelspannung der Ankerketten  $\frac{o+u}{2} = 101,9$  Ctr. pr. Quad.-Zoll, die Differenz ( $o - u$ ) zwischen der obern und untern Ankerkette = 49,2 Ctr. Da nach der Berechnung für freie Ketten die Mittelspannung am Aufhängepunkte für diesen Fall = 143,6 Ctr. pr. Quad.-Zoll sich herausstellt, so wird nach dem Verhältniss der Differenz zur Mittelspannung bei den Ankerketten  $\frac{o-u}{\left(\frac{o+u}{2}\right)}$  sich die Differenz für die versteiften Tragketten mit 69,2 Ctr. pr. Quad.-Zoll und ebenso bei dem Probefall (P), Fig. 8, mit 84 Ctr. pr. Quad.-Zoll ergeben.



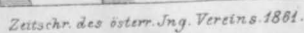
## Flächen der Bergwerksmassen

in den einzelnen Berghauptmannschafts-Gebieten zu Ende des Jahres 1859

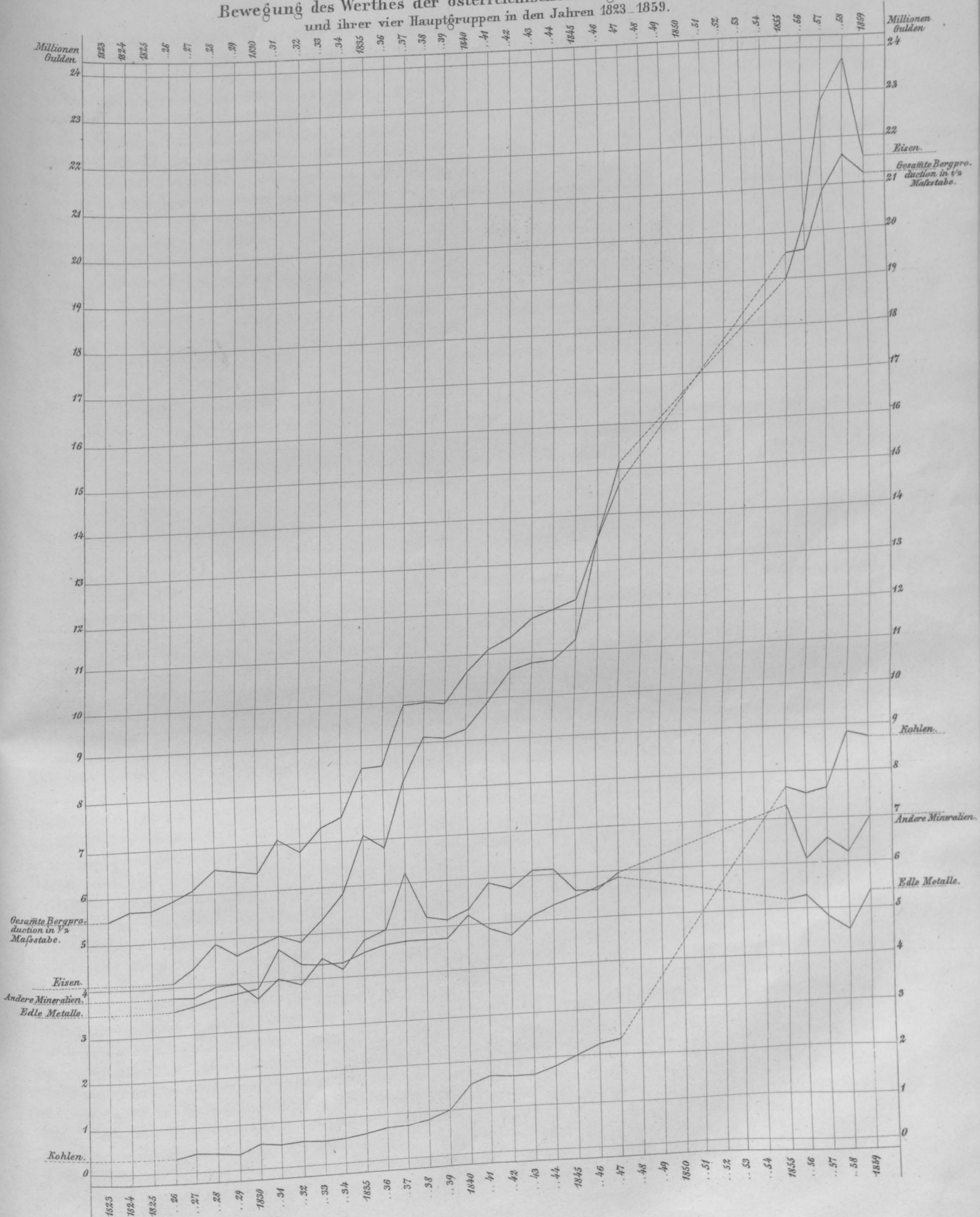
Die in den Kreisen eingezeichneten Zahlen bezeichnen die Flächen in Tausenden von □ Klaftern.



Die in den Kreisen eingezeichneten Zahlen bezeichnen die Werthe in Tausenden von Gulden.



# Bewegung des Werthes der österreichischen Bergwerks-Production und ihrer vier Hauptgruppen in den Jahren 1823-1859.





Würde man auf diesen Wahrscheinlichkeitscoefficient den Elasticitätsmodul = 520000 Ctr. pr. Quad.-Zoll, welcher sich aus den Versuchen für die absolute Festigkeit des Wittkowitzers Eisens nach Herrn Oberinspector Schnirch ergibt, anwenden, so erhielte man bei dem oberwähnten Probefall (P) für die obere Tragkette im Minimum eine Inanspruchnahme von 450 Ctr. pr. Quad.-Zoll und für die untere Tragkette im Maximum eine Inanspruchnahme von 250 Ctr. pr. Quad.-Zoll, somit Inanspruchnahmen, die weit über die projectirte Inanspruchnahme von 175 Ctr. pr. Quad.-Zoll hinausgehen, die jedoch die Solidität der Brücke nicht im mindesten beeinträchtigen, nachdem die Elasticitätsgrenze 570 Ctr. pr. Quad.-Zoll ist, welche für gewöhnlich mit 186 Ctr. pr. Quad.-Zoll, d. i. den dritten Theil der absoluten Festigkeit, angenommen wird.

Julian Hecker.

### Beiträge zur Kenntniss des österreich. Bergwesens.

Von F. M. Friese, k. k. Minist.-Concipist.

(Mit graph. Darstellungen auf Bl. C, D und E im Texte.)

Das österreichische Bergwesen ist in den letzten Jahren vielfach und in den verschiedensten Richtungen besprochen und beurtheilt worden; doch haben gerade diese Erörterungen — ganz abgesehen von einzelnen tendentiösen Entstellungen — meistens nur den Beweis geliefert, wie wenig die thatsächlichen Zustände und Verhältnisse unserer Bergwerksindustrie bekannt sind, und welche bedenklichen und unheilvollen Schlüsse aus irrthümlichen und unvollständigen Prämissen gefolgert werden können.

Gleichwohl dürfte eine genauere und verlässliche Kenntniss der Zustände und Ergebnisse unseres Bergwesens gegenwärtig nicht bloß für die Angehörigen dieses, sondern auch für jene vieler anderer wichtiger Industriezweige erwünscht und zum Theile selbst nothwendig erscheinen. Die Verhältnisse der österr. Bergwerksindustrie haben seit wenigen Jahren wesentliche Aenderungen erfahren. Das allgem. Berggesetz vom J. 1854, die durch dasselbe bewirkte allgemeine Befreiung der Kohlenwerke von den Banden des Grundeigenthums, die rasche Ausdehnung der Eisenbahnlinsen, der erhöhte Bedarf anderer Industriezweige und der lebhaft erwachte Associationsgeist mussten, abgesehen von mannigfachen anderen Umständen, auf die naturgemässe Entwicklung des Bergbaues in hohem Grade belebend und fördernd einwirken, und jenen namhaften Aufschwung herbeiführen, welcher nur durch gewisse Zollmassregeln — allerdings in dem wichtigsten Zweige des Bergwesens — gehemmt und aufgehalten werden konnte. Dabei sind aber die Interessen des Bergbaues mit jenen anderer Industriezweige in vielfache Beziehungen und Wechselwirkungen getreten, deren befriedigende Würdigung und Regelung ohne gründliche Kenntniss der bestehenden Verhältnisse nicht wohl möglich sein wird.

Unter diesen Umständen dürften die nachfolgenden Beiträge zur Kenntniss des vaterländischen Bergwesens, von welchen der Verfasser einige Bruchstücke bereits in den Versammlungen der bergmännischen Vereins-Abtheilung mittheilte, in dieser Zeitschrift nicht unpassend und nicht überflüssig erscheinen. Sie sind, was den österr. Bergbau betrifft, durchgehends aus den amtlichen Publicationen der obersten

Bergbehörde geschöpft, und behandeln zunächst die räumliche Ausdehnung und die Production des Bergbaues im Allgemeinen, worauf später einige Mittheilungen über einzelne Zweige folgen sollen. —

#### I. Ausdehnung der zum Bergbau verliehenen Flächen.

Denkt man sich sämtliche Flächen, welche im österr. Kaiserstaate mit Schluss des Jahres 1859 zum Bergbau verliehen waren, neben einander gereiht, so umfassen dieselben einen Raum von 301,244,413 Wiener Quadratklaftern, oder beiläufig 18,8 österr. Quadratmeilen.

Dieser Flächenraum bezieht sich jedoch nur auf Bergwerksmassen (Gruben- und Tagmassen), d. h. auf solche Flächen, innerhalb welcher das abbauwürdige Vorkommen vorbehaltener Mineralien sicher gestellt und die bergmännische Gewinnung derselben durch die gesetzliche Verleihung gestattet ist. Die Flächen, welche ausserdem von den Anlagen der berg- und hüttenmännischen Werkstätten über Tages eingenommen werden, sind hier nicht berücksichtigt; ebenso muss auch von der Flächenausdehnung der Salzbergwerke abgesehen werden, weil dieselben nicht nach dem allg. Berggesetze verliehen werden.

Die nachfolgende Tabelle A zeigt die Vertheilung der Bergwerksmassen in den einzelnen Kronländern und Berghauptmannschaften, getrennt nach den wichtigsten Objecten des Betriebes; die Antheile der einzelnen Berghauptmannschaftsgebiete sind ausserdem in der beiliegenden Karte Blatt C durch Kreise von verhältnissmässigen Radien graphisch dargestellt, wobei jedoch für diese Kreise ein bedeutend grösserer Maassstab als jener der Karte angewendet werden musste.

Wir sehen aus diesen Nachweisungen zunächst, dass kein Kronland des Bergbaues ganz entbehrt, dass aber die räumliche Ausdehnung und die Betriebsobjecte desselben in den einzelnen Gebieten sehr verschieden sind.

In den Alpenländern ist der Bergbau auf Eisen und Kohlen vorherrschend; sehr ausgedehnt auch jener auf „andere Mineralien“, unter welchen hier besonders Blei und Quecksilber wichtig sind; unbedeutend dagegen der Bergbau auf edle Metalle.

In Böhmen erregt vor Allem die ausserordentliche Ausdehnung des Kohlenbergbaues die Aufmerksamkeit: mehr als die Hälfte der in der ganzen Monarchie verliehenen Kohlengrubenfelder befindet sich in Böhmen. Die Ausdehnung der Eisenbergwerke ist beinahe so gross als in den Alpenländern, jene des Bergbaues auf „andere Mineralien“ zwar etwas geringer, dagegen wieder die Fläche der Bergwerke auf edle Metalle sehr bedeutend, beiläufig  $\frac{1}{3}$  von der Gesamtfläche dieser Bergwerksgruppe in der Monarchie.

In Mähren, Schlesien und Westgalizien ist der Bergbau auf Kohlen und Eisen vorherrschend, und namentlich der erstere sehr ausgedehnt; in Ostgalizien und in der Bukowina ist dagegen die Ausdehnung des Bergbaues noch sehr gering.

Ungarn und Siebenbürgen besitzen den grössten Theil der auf edle Metalle betriebenen Bergwerksmassen, zusammen nahe  $\frac{1}{3}$  von der Gesamtfläche dieser Gruppe; auch der Bergbau auf Eisen und „andere Mineralien“ (hier

Tabelle A.

Uebersicht der zum Bergbau verliehenen Flächen, und ihrer Vertheilung in den einzelnen Berghauptmannschaften, so wie nach den Betriebsobjekten zu Ende 1859.

nach den Betriebsobjekten zu Ende 1859.										
Kronland und politisches Verwaltungsgebiet	Berghauptmannschaft	Grubenmassen betrieben auf					Tagmassen	Summe der zum Bergbau verliehenen Flächen	Hievon sind im Besitze des Montan-Aerars	Freischürfe zu Ende 1858
		Gold und Silber	Eisenerze	Kohlen	andere Mineralien	Zusammen				
Oesterreich u. E. ....	St. Pölten ....	—	2,272,090	9,811,432	404,264	12,487,786	—	12,487,786	163,072	358
" o. E. ....	" ....	—	62,720	10,673,183	25,088	10,760,991	—	18,760,991	—	38
Steiermark ....	Leoben ....	52,164	2,472,215	2,350,957	715,008	5,590,344	—	5,590,344	1,662,302	144
" ....	Cilly ....	175,616	1,027,924	11,638,350	213,248	13,055,138	—	13,055,138	947,072	464
Kärnten ....	Klagenfurt ....	50,176	2,647,937	1,817,946	7,838,090	12,354,149	134,422	12,488,571	393,120	211
Krain ....	Laibach ....	—	4,849,063	2,443,782	639,744	7,932,589	3,825,290	11,757,879	275,968	341
Küstenland ....	" ....	25,088	—	228,512	123,753	377,375	—	377,353	—	14
Tirol ....	Hall ....	75,264	1,041,152	1,769,824	1,543,885	4,430,125	839,983	5,270,108	3,455,328	95
Salzburg ....	" ....	489,216	555,115	—	376,320	1,420,651	96,000	1,516,651	932,894	23
	Theilsumme	867,524	14,928,216	40,733,986	11,879,400	68,409,126	4,895,695	73,304,821	7,829,756	1,688
Böhmen ....	Pilsen ....	75,264	4,252,575	18,201,821	2,344,255	24,873,915	75,264	24,949,179	292,110	1,016
" ....	Elbogen ....	3,186,454	1,601,729	14,432,757	1,168,301	20,389,241	164,000	20,553,241	2,737,136	904
" ....	Kommutau ....	532,532	391,486	30,847,890	401,408	32,173,316	194,512	32,367,828	—	964
" ....	Kuttenberg ....	313,601	2,651,282	10,802,661	2,880,426	16,647,970	26,122	16,674,092	—	568
" ....	Prag ....	1,396,304	5,517,608	13,100,098	516,012	22,530,022	—	22,530,022	2,978,275	967
	Theilsumme	5,504,155	14,414,680	89,385,227	7,310,402	116,614,464	459,898	117,074,362	6,007,521	4,419
Mähren ....	Olmütz ....	12,544	8,722,628	6,842,980	630,448	16,208,600	3,933	16,212,533	—	1,453
Schlesien ....	" ....	188,160	2,779,300	5,329,060	50,176	8,346,696	—	8,346,696	—	840
Galizien: Krakau ....	Krakau ....	—	7,528,909	29,216,602	5,241,563	41,987,074	89,915	42,076,989	26,803,295	1,822
" Lemberg ....	Lemberg ....	—	539,392	1,012,448	—	1,551,840	313,138	1,864,978	405,049	310
Bukowina ....	" ....	25,088	87,898	—	75,264	18,160	90,650	278,810	—	—
	Theilsumme	225,792	19,658,037	42,401,090	5,997,451	68,282,370	497,636	68,780,006	27,208,344	4,425
Ungarn: Ofen ....	Ofen ....	415,560	248,951	—	148,598	813,109	—	813,109	128,978	768
" Oedenburg ....	" ....	—	658,398	—	50,176	808,926	—	808,926	—	1,230
" Pressburg ....	Neusohl ....	15,368,194	1,374,790	100,352	1,461,809	18,305,145	56,800	18,361,945	9,936,641	475
" Kaschau ....	Kaschau ....	375,997	2,878,003	—	1,969,662	5,223,662	284,428	5,508,090	707,537	590
" Grosswardein ....	Nagybánya ....	2,703,670	319,923	—	155,354	3,178,947	—	3,178,947	960,655	124
	Theilsumme	18,863,421	5,480,065	200,704	3,785,599	28,329,789	341,228	28,671,017	11,733,811	3,187
Wojwodschaft ....	Oravitza ....	21,952	1,733,816	—	1,363,516	3,119,284	3,136	3,122,420	—	820
Siebenbürgen ....	Zalathna ....	2,360,999	454,242	614,656	147,359	3,577,256	443,638	4,020,894	1,184,488	391
Croatien, Slavonien ....	Agram ....	—	225,792	852,992	75,264	1,154,048	1,612,192	2,766,240	75,264	447
Militärgrenze, croat. ....	" ....	—	351,232	—	990,976	1,342,208	387,797	1,730,005	—	131
" banater ....	Oravitza ....	—	417,872	—	227,752	645,624	175,680	821,304	—	83
	Theilsumme	2,382,951	3,182,954	1,467,648	2,804,867	9,838,420	2,622,443	12,460,863	1,259,752	1,872
Lomb. Venet. Königreich ....	Belluno ....	—	—	200,704	213,248	413,952	—	413,952	150,528	17
Dalmatien ....	Zara ....	—	—	100,352	439,040	539,392	—	539,392	—	8
	Theilsumme	—	—	301,056	652,288	953,344	—	953,344	150,528	25
	Hauptsumme 1859	27,843,843	57,663,952	172,489,711	32,430,207	292,427,513	8,816,900	301,244,413	54,189,712	15,616
" 1858		28,036,832	54,691,371	166,101,096	30,872,875	279,702,174	7,354,604	287,056,778	53,786,807	—
" 1857		31,024,445	54,676,511	157,721,434	28,897,860	273,322,280	3,322,348	276,644,628	58,045,892	—
" 1856		30,796,179	55,078,361	154,161,175	29,166,913	269,292,628	1,857,328	271,059,956	57,697,517	—

vorzugsweise Kupfer) ist insbesondere in den Gebieten ...

vorzugsweise Kupfer) ist insbesondere in den Gebieten der Berghauptmannschaften zu Kaschau und Neusohl von beträchtlicher Ausdehnung; der Kohlenbergbau erscheint jedoch in Ungarn, Siebenbürgen und der Wojwodschaft mit sehr kleinen Flächen verzeichnet, theils weil er noch wenig entwickelt ist, theils auch weil das Recht zur Gewinnung der Mineralkohlen in diesen Ländern bis zum Schlusse des Verwaltungsjahres 1859 ein Zugehör des Grundeigenthums bildete, und die thatsächlich bestehenden Kohlenwerke erst nun der berggesetzlichen Verleihung unterzogen werden müssen.

Im lombardisch-venetianischen Königreiche, und in den übrigen Kronländern endlich ist die Ausdehnung der Bergwerksmassen verhältnissmässig geringer.

Die österreichischen Kronländer reihen sich nach der Flächenausdehnung der verliehenen Bergwerksmassen gegenwärtig in folgender Ordnung (Tabelle B):

Von der ganzen zum Bergbau verliehenen Fläche entfal-

len nahe 9 Millionen Quadratklfr. auf Tagmassen, welche in die Tiefe nur bis zum anstehenden festen Gesteine reichen, und der Rest mit beiläufig 292½ Millionen Quadratklatern auf Grubenmassen, welche sich mit Ausnahme einiger älteren Verleihungen in die ewige Tiefe erstrecken.

Die Bergwerke des Staates (mit Inbegriff jener, welche der Staat mit Privaten gemeinschaftlich baut) besitzen 54,2, die Privatbergwerke 247 Millionen Quadratklaster; auf die ersteren entfallen daher 18, auf die letzteren 82 Percent der verliehenen Fläche. Die Antheile beider an den einzelnen Bergbaugruppen sind jedoch verschieden, indem von der Fläche der

	Staatsbergwerke	Privatbergwerke
auf edle Metalle	27,9 Perc.	5,5 Perc.
" Eisen	9,3 "	24,2 "
" Kohlen	50,6 "	59,5 "
" andere Mineralien	12,2 "	10,8 "

Summa 100 Perc. 100 Perc.

betrieben werden. Bei beiden, Staats- wie Privatbergwerken,

Tabelle B.

Reihenfolge der Kronländer nach der Flächen-  
ausdehnung der Bergwerke.

Kronländer.	Zum Bergbau ver- liehene Flächen in Millionen Quadrat- klatern.
Böhmen	117,1
Westgalizien	42,1
Ungarn	28,7
Steiermark	18,6
Mähren	16,2
Kärnten	12,5
Oesterreich u. E.	12,5
Krain	11,8
Oesterreich o. E.	10,7
Schlesien	8,3
Tirol	5,3
Siebenbürgen	4,0
Serb. Wojwodschaft	3,1
Croatien und Slavonien	2,8
Militärgrenzland	2,5
Ostgalizien	1,9
Salzburg	1,5
Dalmatien	0,6
Lomb.-venet. Königreich	0,5
Küstenland	0,4
Bukowina	0,3
Oesterr. Monarchie	301,2

umfasst demnach der Kohlenbergbau die grössere Hälfte der Flächen; der Rest entfällt aber bei den Staatswerken grössentheils auf Gold- und Silber-, bei den Privatwerken grössentheils auf Eisen-Bergwerke.

Neben den Flächen der verliehenen Bergwerksmassen bestehen zahlreiche Freischürfe zur Aufsuchung und Aufschliessung neuer abbauwürdiger Vorkommen von vorbehaltenen Mineralien.

Die Gesamtzahl der zu Ende 1859 in der ganzen Monarchie bestandenen Freischürfe belief sich auf 15,616. Rechnet man den Flächeninhalt eines Freischurfes (dessen Halbmesser gesetzlich 224 Quadratkftr. beträgt) auf 157,632 Quadratkftr., so ergibt sich für den österreichischen Bergbau eine Freischurffläche von 2461,5 Millionen Quadratklatern, oder 153,8 österr. Quadratmeilen. Dabei wird vorausgesetzt, dass kein Freischurffkreis durch einen andern theilweise gedeckt werde; anderseits werden aber die zwischen mehreren Freischurffkreisen eingeschlossenen Räume nicht berücksichtigt.

Unter den einzelnen Kronländern nimmt Böhmen in der Anzahl der Freischürfe (4419), so wie in jener der Bergwerksmassen den ersten Rang ein; zunächst folgt Ungarn mit 3187 Freischürfen, wobei jedoch der Umstand zu bemerken ist, dass in diesem Lande viele Freischurffrechte weniger in der Absicht erworben wurden, um neue Lagerstätten aufzuschürfen, als vielmehr um hinsichtlich schon bestehender Kohlenbergbaue das Vorrecht zur Verleihung sicher zu stellen.

Dasselbe ist auch in einigen andern der östlichen Kronländer der Fall, namentlich im Banate, wo allein 820 Freischürfe bestanden.

Mähren und Schlesien zählten am bezeichneten Jahresschlusse 2293, Westgalizien 1822 und sämtliche Alpenländer zusammen 1688 Freischürfe; in den

übrigen Kronländern war die Anzahl nur geringe und in der Bukowina bestand kein Freischurf.

Aus dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, wie verschieden die absolute Ausdehnung der dem Bergbau und den Schürfungen gewidmeten Flächen in den einzelnen Kronländern sei. Es dürfte in mancher Beziehung von Interesse sein, auch das Verhältniss dieser Flächen zum Flächeninhalte des Landes zu betrachten. Die nachfolgende Tabelle C. gibt hierüber ein klares Bild.

Im Durchschnitte für die ganze Monarchie entfallen daher auf 1,000,000 Quadratklaster Landesoberfläche:

1,675 Quadratklaster verliehene Bergwerks-  
massen und

13,687 Quadratklaster Freischurffläche,

zusammen also 15,362 Quadratklaster dem Bergbau und den Schürfungen gewidmeter Fläche.

Die gesammte zum Bergbau verliehene Fläche beträgt daher in Oesterreich nicht ganz 0,17 Percent des Flächeninhaltes der Monarchie \*); sie verhält sich im grossen Durchschnitte zur Fläche der Freischurffkreise wie 1 : 8,2, und wenn wir die erstere auf Grubenmassen reduciren, so entfallen auf jede Grubenmass beiläufig 0,6 Freischurffkreise.

Von diesem Durchschnittsergebnisse für die ganze Monarchie weichen die Verhältnisse in den einzelnen Kronländern bedeutend ab.

Die kleinste relative Ausdehnung im Verhältnisse zur Landesoberfläche besitzt der Bergbau im lombardisch-venetianischen Königreiche, in welchem auf 1,000,000 Quadratklaster Landesfläche nur 59 Quadratklftr. an Bergwerksmassen entfallen; der relativ ausgedehnteste Bergwerksbesitz befindet sich in Böhmen, und zwar in den Gebieten der Berghauptmannschaften Brüx, Elbogen, Prag und Pilsen, in welchen die verliehenen Massenflächen 18,423, 16,934, 13,834 und 9,542 Quadratklaster auf 1000,000 Quadratklaster Landesfläche betragen. In diesen vier Gebieten, dann in Schlesien, Westgalizien und Mähren bestehen zudem verhältnissmässig die meisten Freischürfe, deren Ausdehnung im Elbogner Berghauptmannschaftsgebiete relativ am höchsten, nämlich auf beinahe 12 Perc. der Landesfläche steigt.

In den östlichen Kronländern ist das Verhältniss der verliehenen Massenfläche wie auch der Freischurfffläche zum Flächenraum des Landes durchschnittlich weit geringer.

Auf 1,000,000 Quadratklaster Landesfläche entfallen in Ungarn im Mittel nur 574, im ehemaligen Verwaltungsgebiete von Pressburg, in welchem die berühmten Bergwerke von Schemnitz, Kremnitz, Neusohl etc. liegen, allerdings 1,903, dagegen in den ehemaligen Verwaltungsgebieten von Ofen und Oedenburg nur 84 u. 82 Quadratklaster verliehene Bergwerksmassen, und in Siebenbürgen, Banat, Croatien und

\*) Der gesammte Flächeninhalt der österr. Monarchie umfasst gegenwärtig 112.400,700 Wiener Joch; hiervon entfallen in runden Zahlen:

auf Ackerland	35.200,000 Joch oder 31,1 Perc.
" Weinland	1.240,000 " " 1,1 "
" Wiesen und Gärten	13.700,000 " " 12,2 "
" Weiden	15.300,000 " " 13,6 "
" Waldungen	30.300,000 " " 27,0 "
unproductive Böden	16.660,700 " " 14,8 "

Summa 112.400,700 Joch oder 100 Percent.

Tabelle C.

Verhältniss der von Bergwerksmassen und Freischürfen gedeckten Flächen zur Oberfläche des Landes.

Kronland und politisches Verwaltungsgebiet	Berghauptmannschaft	Flächeninhalt des Gebietes in österreichischen Quadratmeilen zu 16,000,000 Quadratklafter	Fläche der		Auf 1,000,000 Quadratklafter Landesfläche entfallen daher			Die verliehene Fläche verhält sich zur Fläche der Freischürfe wie 1 zu
			verliehenen Bergwerks-Massen	bestandenen Freischürfe	an verliehenen Massen	an Freischürfen	zusammen	
Quadratklafter								
Oesterreich u. E. ....	St. Pölten .....	344,49	12,487,786	56,432,256	2,266	10,239	12,505	4,5
Oesterreich o. E. ....	Leoben .....	208,47	10,760,991	5,990,016	3,226	1,769	5,022	0,6
Steiermark .....	Cilly .....	166,63	5,590,344	22,699,008	2,097	8,514	8,388	4,1
" .....	Klagenfurt .....	223,56	13,055,138	73,141,248	3,650	20,448	24,098	5,6
Kärnten .....	Laibach .....	180,26	12,488,571	33,260,352	4,330	11,532	15,862	2,6
Krain .....	" .....	173,57	11,757,879	53,752,512	4,234	19,355	23,589	4,6
Küstenland .....	Hall .....	138,82	377,353	2,206,848	170	994	1,164	5,8
Tirol .....	" .....	500,12	5,270,108	14,975,040	658	1,872	2,530	2,8
Salzburg .....	" .....	124,52	1,516,651	3,625,536	761	1,820	2,581	2,4
	Thellsomme und Mittel ..	2,060,44	73,304,821	266,082,816	2,224	8,071	10,295	3,6
Böhmen .....	Prag .....	101,79	22,530,022	152,430,144	13,834	93,593	107,437	6,8
" .....	Elbogen .....	75,86	20,553,241	142,499,328	16,934	117,403	134,337	6,9
" .....	Brüx (Kommotau) ..	109,81	32,367,828	151,957,248	18,423	86,375	104,798	4,7
" .....	Pilsen .....	163,42	24,949,179	150,154,112	9,542	61,251	70,793	6,4
" .....	Kuttenberg .....	451,97	16,674,092	89,534,976	2,306	12,381	14,687	5,4
	Thellsomme und Mittel ..	902,85	117,074,362	696,575,808	8,105	48,219	56,324	6,0
Mähren .....	Olmütz .....	386,29	16,212,533	229,039,296	2,623	37,058	39,681	14,1
Schlesien .....	" .....	89,45	8,346,696	132,410,880	5,832	92,517	98,349	15,9
Galizien V. G. Krakau	Krakau .....	399,78	42,076,989	287,205,504	6,578	44,901	51,479	6,8
" .....	Lemberg .....	960,88	1,864,978	48,865,920	121	3,178	3,299	26,2
Bukowina .....	" .....	181,32	278,810	—	96	—	96	—
	Thellsomme und Mittel ..	2,017,72	68,780,006	697,521,600	2,130	21,609	23,739	10,1
Ungarn V. G. Ofen ...	Ofen .....	606,19	813,109	121,061,376	84	12,585	12,669	149,8
" .....	Oedenburg .....	616,62	808,926	193,887,360	82	19,652	19,734	239,7
" .....	Pressburg .....	602,99	18,361,945	74,875,200	1,903	7,761	9,664	4,1
" .....	Kaschau .....	685,66	5,508,090	93,002,880	502	8,477	8,979	16,9
" .....	Nagybánya .....	611,89	3,178,947	19,546,368	325	1,997	2,322	6,1
	Thellsomme und Mittel ..	3,123,35	28,671,017	502,373,184	574	10,053	10,627	17,5
Wojwodina und Banat	Oravicza .....	521,12	3,122,420	129,258,240	374	15,502	15,876	41,4
Siebenbürgen .....	Zalathna .....	1,054,27	4,020,894	61,634,112	238	3,654	3,992	15,4
Croatien und Slavonien	Agram .....	318,26	2,766,240	70,461,504	543	13,837	14,380	25,5
Militärgrenze, croatisch	" .....	339,00	1,730,005	20,649,792	319	3,807	4,126	11,9
" .....	banater	244,00	821,304	13,083,456	210	3,351	3,561	16,0
	Thellsomme und Mittel ..	2,476,65	12,460,863	295,087,104	314	7,447	7,761	23,6
Lomb. Venet. Königreich	Belluno .....	436,76	413,952	2,679,744	59	383	442	6,5
Dalmatien .....	Zara .....	222,30	539,392	1,261,056	152	355	507	2,3
	Thells. u. Mittel ..	659,06	953,344	3,940,800	90	374	464	4,2
	Hauptsomme u. Mittel ..	11,240,07	301,244,413	2,461,581,312	1,675	13,687	15,362	8,2

dem Militärgrenzlande zusammen :

dem Militärgrenzlande zusammen im Mittel nur 314 Quadratklafter.

Im Allgemeinen zeigt die Vergleichung der einzelnen Kronländer, dass die räumliche Ausdehnung des verliehenen Bergbaues im Verhältniss zur Landesfläche von Westen nach Osten abnimmt; dagegen steigt in derselben Linie, jedoch in umgekehrter Richtung, das Verhältniss der Freischürfe zu den Bergwerksmassen. Auf eine Quadratklafter verliehene Bergwerksmassen entfallen durchschnittlich:

	Freischurffläche
in den Alpenländern .. .	3,6 Quadratklafter
in Böhmen .....	6,0 "
in Mähren, Schlesien u. Westgalizien .....	10,1 "
in Ungarn .....	17,5 "
in Siebenbürgen, Banat, Croatien und Militärgrenze ..	23,6 Quadratklafter.

Wenngleich diese relative Zunahme der Freischürfe in den östlichen Kronländern theilweise durch den Umstand bedingt wird, dass dort die Freischurfkreise bisher auch zur Sicherung von bestehenden Kohlenbergwerken dienen mussten, so dürfte doch schon aus den vorliegenden Nachweisungen die Annahmen gerechtfertigt erscheinen, dass Unternehmungsgeist und Thätigkeit auch im Bergwesen, wie in anderen Industriezweigen, von Westen nach Osten fortschreiten und unserem Fache in den östlichen Kronländern eine neue Periode der Entwicklung und des Aufschwunges vorbereiten.

Ueber die räumliche Ausdehnung des Bergbaues in fremden Staaten ist — so viel dem Verfasser bekannt — nur wenig veröffentlicht worden. Zum Zwecke einer Vergleichung mit dem österreichischen Bergbau können nur die Angaben der officiellen Bergwerksstatistik für Belgien und Frankreich benützt werden.



In Belgien betrugen im Jahre 1855 \*) die Flächen der Concessionen auf

	Wr. Quadratklaster.
Kohlenwerke . . . . .	354,717.108
Metallwerke . . . . .	113,131.286
Zusammen . . . . .	467,848.394

Da Belgien 513,26 österreich. Quadratmeilen Flächeninhalt besitzt, so entfielen auf 1,000.000 Quadratklaster Landesfläche:

Kohlenwerksfläche	43,194 Wr. Quadratklaster
Metallwerksfläche	13,776 „

zus. Bergwerksfläche 56,970 Wr. Quadratklaster, sohin 5,7 Percent der gesammten Landesfläche. Nach den in der Wochenschrift des schlesischen Vereins für Berg- und Hüttenwesen, Jahrg. 1859 und 1860, enthaltenen Notizen scheint die Fläche der Bergwerks-Concessionen in Belgien im Jahre 1858 von jener im Jahre 1855 wenig verschieden zu sein.

In Frankreich betrug allein die zum Kohlenbergbau concessionirte Fläche im J. 1852 \*\*) = 1327,874,129, im J. 1859 \*\*\*) = 1389,000,000 Wiener Quadratklaster.

Der Flächeninhalt von Frankreich (in Europa) beträgt 10,034,9 geogr. Quadratmeilen; auf 1,000,000 Quadratklaster Landesfläche entfiel demnach eine concessionirte Kohlenwerksfläche von . . . . . 1852 = 8647 Wiener Quadratklaster, von . . . . . 1859 = 9045 Wiener Quadratklaster, die Fläche der Kohlenwerks-Concessionen allein betrug daher beiläufig 0.9 Perc. der ganzen Landesoberfläche von Frankreich.

Die zum Bergbau verliehene concessionirte Fläche beträgt daher:

in Oesterreich . . . . .	0.17 Percent
in Belgien . . . . .	5.70 „
und in Frankreich die Fläche der Kohlenwerks-Concessionen allein . . . . .	0.90 Percent

des ganzen Flächeninhaltes der genannten Staaten.

Eine weitere Ausführung dieses Vergleiches dürfte bei der wesentlichen Verschiedenheit des österreichischen Berggesetzes von dem französischen hinsichtlich der Verleihungen und Concessionen von Bergbaufeldern kaum zulässig sein.

Es entfallen z. B. in Frankreich von der oben angeführten Fläche der Kohlenwerks-Concessionen nur 70 Percent auf das eigentliche productive Steinkohlengebirge, während in Oesterreich die Verleihung von Grubenmassen gesetzlich nur dann zulässig ist, wenn die Lagerstätten vorbehaltener Mineralien in den zu verleihenden Flächen abbauwürdig nachgewiesen sind.

Es ergibt sich hier jedoch Anlass zu einer anderen wichtigen Vergleichung der genannten Staaten hinsichtlich der zum Kohlenbergbau verliehenen Flächen.

In Belgien bestanden im Jahre 1855 zusammen 293

\*) „Statistique de la Belgique. Usines, minières, usines minéralurgiques etc. 1851—1855. Documents publiés par le Ministère des travaux publics. Bruxelles 1858.“

\*\*) Résumé des travaux statistiques de l'administration des mines en 1847—1852. Paris 1854.

\*\*\*) Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, VIII. Band, Seite 157.

Kohlenwerks-Concessionen \*); auf jede derselben entfiel daher im Durchschnitte ein Feld von 1,210,639 Wr. Quadratklaster oder beiläufig 96 österreichischen Grubenmassen.

In Frankreich zählte man im Jahre 1852 zusammen 460 Kohlenwerksconcessionen (davon 286 im Betriebe); daher im Durchschnitte auf ein Kohlenwerk die Fläche von 2,886,683 Wiener Quadratklastern oder beiläufig 230 österreichische Grubenmassen entfielen, wovon nach obiger Bemerkung etwa 161 Grubenmassen auf productives Kohlengebirge kommen.

Die Zahl der in der österreichischen Monarchie gegenwärtig bestehenden Kohlenbergwerke ist zwar nicht genau bekannt; doch dürfte sie immerhin auf 1300 zu schätzen sein. Da ihre Gesamtfläche 174½ Millionen Quadratklaster beträgt, so berechnet sich im Durchschnitte die Fläche eines Kohlenwerkes auf 134,223 Quadratklaster oder 10½ Grubenmassen.

Auf ein Kohlenwerk entfallen demnach:

in Frankreich	230 österreichische Grubenmassen;
in Belgien	96 „ „
in Oesterreich	10½ „ „

Diese Ziffern zeigen einen der empfindlichsten Uebelstände des österreichischen Kohlenbergbaues, nämlich seine Zersplitterung in zahlreiche kleine Unternehmungen, während Frankreich und Belgien nur wenige aber ausgedehnte, eines grossartigen Betriebes fähige Werke besitzen. In Belgien ist übrigens der Kohlenbergbau in fortschreitender Concentration begriffen, indem sich die Anzahl der einzelnen Concessionen fortwährend vermindert, während ihre Ausdehnung zunimmt. So bestanden:

im Jahre	Kohlenwerks-Concessionen	Durchschnittliche Ausdehnung in österr. Grubenmassen
	311	93
1845	310	93
1850	293	96
1855	296	96
1857	290	97
1858		

In Oesterreich ist dagegen nicht bloss der Kohlenbergbau so zersplittert; der Bergbau auf edle Metalle, Eisen und andere Mineralien ist — von wenigen grossen Unternehmungen abgesehen — sogar noch mehr in zahllose kleine Werke zertheilt; und es bestehen in manchen Kronländern (z. B. in Siebenbürgen beim Goldbergbau) leider noch viele Bergwerke, deren Eigenthümer mit ihrem Hausgesinde zugleich die einzigen Arbeiter sind.

Die Gesamtzahl der sämtlichen Bergwerke (Kohlenwerke mitbegriffen) mag nach einer annähernden Schätzung etwa 4000 betragen; im grossen Durchschnitte entfällt sonach auf ein einzelnes Bergwerk die Fläche von 75,311 Quadratklastern oder beiläufig 6 Grubenmassen. —

Von Interesse ist die Vertheilung der Bergwerksflächen mit Rücksicht auf die verschiedenen Objecte des Betriebes. Obgleich dem Bergwerksbesitzer nach dem österreichischen Berggesetze das Recht zur Gewinnung aller in seinem verliehenen Felde vorkommenden vorbehaltener Mineralien

\*) Nämlich 260 eigentliche Concessionen und 33 vorläufig geduldete Anlagen. Von der Summe beider standen 215 Kohlenwerke im wirklichen Betriebe.

ralien ohne Unterschied zusteht, und daher in manchen Grubenmassen vielerlei Gattungen von Erzen und anderen Mineralien gewonnen werden, so lassen sich doch die Bergwerke im Allgemeinen in vier Hauptgruppen sondern, je nachdem die Objecte ihres Betriebes ausschliesslich oder doch vorwiegend in Gold- und Silbererzen, in Eisenerzen, in fossilen Kohlen oder in anderen Mineralien bestehen.

Von der gesammten verliehenen Bergwerksfläche wurden Ende 1859 betrieben:

a/ Grubenmassen	Quadratklafter
auf Gold und Silber . . . . .	27,843.843
„ Eisen . . . . .	57,663.952
„ Kohlen . . . . .	174,489.711
„ andere Mineralien, worunter Kupfer, Blei und Quecksilber die wichtigsten sind . . . . .	32,430.007
b/ Tagmassen	
auf Gold und Silber . . . . .	812.074
„ andere Mineralien (hauptsächlich Eisenerze) . . . . .	8,004.826
Summe . . . . .	301,244.413

Es entfallen daher von der ganzen Bergwerksfläche:	Procente
auf den Bergbau . . . . .	58
auf Kohlen . . . . .	22
„ Eisen . . . . .	11
„ andere Mineralien . . . . .	9
„ edle Metalle . . . . .	
Summa . . . . .	100%

Der Bergbau auf Kohlen umfasst sonach mehr als die Hälfte der gesammten Bergwerksfläche, und die Felder der Bergwerke auf edle Metalle und „andere Mineralien“ zusammen sind nicht so ausgedehnt, als jene der Eisenerzwerke.

Diese Ziffern beweisen, dass die bergmännische Thätigkeit in Oesterreich vorzugsweise auf die Gewinnung von Eisen und Kohlen gerichtet ist. Ein Rückblick auf die früheren Jahre wird diese Thatsache noch klarer darthun.

Tabelle D.

J a h r	Zum Bergbau verliehene Flächen in Gruben- und Tagmassen, betrieben auf				
	Gold und Silber	Eisen	Kohlen	andere Mineralien	Zusammen
	Wiener Quadratklafter				
1856	31,344,371	56,387,497	154,161,175	29,166,913	271,059,956
1857	31,572,637	57,450,667	157,721,434	28,897,860	276,644,628
1858	28,720,588	61,362,219	166,101,096	30,872,875	287,056,778
1859	28,655,917	65,668,778	174,489,711	32,430,007	301,244,413

Die vorstehende Zusammenstellung zeigt, dass im Laufe der letzten 4 Jahre die Fläche der auf Eisenerze betriebenen Bergbaue um 16,5% jene der Kohlenwerke um 13,2% und jene der Bergbaue auf „andere Mineralien“ um 11,2% zugenommen; dagegen jene der auf Gold und Silber betriebenen Bergwerke um 8,6% abgenommen hat. Diese Abnahme beruht zwar zum Theile darauf, dass die Bergwerksbesitzer sich seit dem Jahre 1855, nämlich seit der Einführung der Massengebühren, zahlreicher älterer bereits ausgebauter oder wenig Hoffnung gebender Bergwerksmassen durch Heimsagung erledigten, um den entfallenden Massengebühren zu entgehen. Dieser Vorgang hat jedoch nicht bloss bei Gold- und Silber-

Bergwerken, sondern auch bei anderen Bergbaueen stattgefunden, und die letzteren haben dessenungeachtet durch zahlreiche neue Verleihungen an Ausdehnung zugenommen, während bei den ersteren der Abfall nicht durch den neuen Zuwachs ersetzt wurde, ein Beweis, dass der österreichische Bergbau sich mehr und mehr jenen Metallen und Mineralien zuwendet, welche die unentbehrliche Grundlage der Industrie und der Kultur bilden.

Dass diese Richtung des österreichischen Bergbaues auch in Zukunft fortbestehen und sich noch entschiedener ausbilden werde, kann mit ziemlicher Sicherheit vorhergesehen werden. Sind auch keine detaillirten Nachweisungen über die Objecte der in Betrieb stehenden Schürftungen vorhanden, so ist es doch bekannt, dass die zu Ende 1859 bestandenen 15.616 Freischürfe zum grössten Theile die Aufschliessung von Kohlenflötzen, dann von Eisenerzen zum Ziele haben, welche im Laufe der nächsten Jahre zur Verleihung gelangen und den gegenwärtigen Besitzstand der Kohlen- und Eisenerzwerke ansehnlich vermehren werden.

## II. Production des österreichischen Bergbaues.

Der Bergbau liefert in Oesterreich so mannigfaltige Producte, wie in keinem andern Staate. Neben Gold und Silber, Eisen und den verschiedenen Arten fossiler Kohlen werden bedeutende Mengen von Kupfer, Blei und Glätte, Quecksilber, Zink, Nickel und Kobalt, Antimon, Schwefel, Alaun und Vitriolsalzen, Graphit, dann zahlreiche andere zum Theile sehr seltene Mineralproducte gewonnen.

Die nachfolgende Tabelle E gibt eine Uebersicht der gesammten Bergwerksproduction und ihres Geldwerthes im Jahre 1859. Dabei ist zu bemerken, dass von den geförderten Erzen nur jene aufgeführt wurden, welche als solche in den Verkehr gelangten oder zur Verhüttung ins Ausland abgesetzt wurden. Jene Erze, aus welchen die aufgeführten Mengen an Gold, Silber, Eisen und anderen Metallen, Schwefel, Vitriolsalzen u. dgl. erzeugt wurden, erscheinen daher nicht angeführt. Von den Erzeugnissen des Hüttenbetriebes werden nur die Rohproducte, z. B. nur Roheisen, nicht aber auch Stabeisen und Stahl, aufgeführt, weil die Raffinirwerke dem allgemeinen Berggesetze und der Aufsicht der Bergbehörden nicht unterstehen.

Die angeführten Geldwerthe beziehen sich überall auf den Platz der Erzeugungsorte.

Die Angaben der Produktionsmengen beruhen übrigens auf den eigenen Angaben der Bergwerksbesitzer, und sind, da diese Angaben wegen der hierauf begründeten Frohnbemessung stets so niedrig als möglich gehalten werden, jedenfalls als Minimalansätze zu betrachten.

Tabelle E.

Uebersicht der Bergwerksproduction in Oesterreich im Jahre 1859.

Bergwerksproducte	Menge	Geldwerth. Oesterr. Gulden
1. Gold . . . . . Wr. Mark	5,867	2,222,921
2. Silber . . . . . "	123,028	3,085,938
Edle Metalle Summe		5,308,859
3. Frischroheisen . . . . . Wr. Ctr.	4,966,076	17,165,419
" Gussroheisen . . . . . "	700,743	4,315,215
Eisen Summe		21,480,634
4. Schwarzkohlen . . . . . Wr. Ctr.	32,209,217	5,504,710
5. Braunkohlen . . . . . "	23,712,428	3,218,365
6. Anthracit . . . . . "	14,860	2,600
Mineralkohlen Summe		8,725,675
7. Kupfer . . . . . Wr. Ctr.	45,469	2,666,030
8. Blei . . . . . "	110,145	1,590,202
9. Glätte . . . . . "	22,863	321,189
10. Bleierze zum Verkaufe . . . . . "	34,157	164,651
11. Quecksilber . . . . . "	6,351	731,314
12. Nickel und Kobalt . . . . . "	6,814	204,816
13. Zink . . . . . "	22,253	231,572
14. Zinkerze . . . . . "	94,718	46,933
15. Antimon reg. und crud. . . . . "	7,016	126,471
16. Antimonerze . . . . . "	1,632	4,152
17. Arsenik . . . . . "	776	5,704
18. Schwefel . . . . . "	27,073	151,672
19. Schwefelkies . . . . . "	130,962	39,968
20. Eisenvitriol . . . . . "	56,671	106,067
21. Kupfervitriol . . . . . "	2,423	49,875
22. Alaun . . . . . "	24,410	140,142
23. Alaun- u. Vitriolschiefer . . . . . "	646,280	9,894
24. Graphit . . . . . "	87,336	61,344
25. Braunstein . . . . . "	1,148	813
26. Chromerz . . . . . "	720	1,890
27. Zinn . . . . . "	910	66,299
28. Wismuth . . . . . "	3	626
29. Wolframers . . . . . "	516	2,813
30. Uranerz . . . . . "	62	16,501
31. Mineralfarben . . . . . "	26	98
32. Silbererz . . . . . "	547	1,483
33. Kupfererz . . . . . "	65,369	74,202
34. Eisenerz . . . . . "	485,520	173,787
35. Asphaltstein . . . . . "	5,858	1,501
36. Asphalt . . . . . "	1,188	3,817
Andere Mineralien Summe		6,995,824
Hauptsumme		42,510,992

Eine nähere Betrachtung dieser Tabelle zeigt, dass von dem Gesamtwerthe der österreich. Bergwerksproduction:

auf die edlen Metalle . . . . .	5,308.859 öst. Guld.
" Roheisen und Eisenerze . . . . .	21,654.421 " "
" Mineralkohlen . . . . .	8,725.675 " "
" die übrigen Producte zusammen . . . . .	6,822.037 " "

Summa 42,510.992 öst. Guld.

entfallen. Die Productionswerthe der vier Bergbaugruppen sind demnach sehr verschieden. Im Durchschnitte der letzten fünf Jahre 1855 - 59 entfielen vom gesammten Productionswerthe

auf edle Metalle . . . . .	12,2 Percent.
" Eisen . . . . .	52,1 "
" Mineralkohlen . . . . .	19,6 "
" die übrigen Producte zusammen . . . . .	16,1 "

Summa 100 Percent.

Der Werth der Roheisenproduction allein übersteigt jenen der gesammten übrigen Bergwerksproducte; die Kohlenförderung ist um die Hälfte mehr werth als die Ausbeute an edlen Metallen; und Eisen und Kohlen zusammen bilden nahe  $\frac{2}{3}$  des gesammten Bergproductionswerthes.

Wie die räumliche Ausdehnung so ist auch die Ausbeute des Bergbaues in den einzelnen Kronländern sehr verschieden. Die beiliegende Karte Blatt D gibt eine Uebersicht über die Vertheilung der österreichischen Bergwerksproduction mit Rücksicht auf ihren Geldwerth in den einzelnen Kronländern und Berghauptmannschafts-Gebieten, wobei übrigens die Bemerkungen zu Blatt C beachtet werden wollen.

Die nachfolgende Tabelle F zeigt die Reihenfolge der Kronländer nach dem Werthe ihrer gesammten Bergwerksproduction, und diesen zugleich zergliedert nach den vier Productionsgruppen.

Tabelle F.

Reihenfolge der Kronländer nach dem Geldwerthe ihrer Bergwerksproduction.

Kronländer	Werth der Bergwerksproduction				
	von Gold und Silber	von Eisen	von Kohlen	von ande- ren Mine- ralien	Zu- sam- men
	Millionen österreichische Gulden				
1. Ungarn . . . . .	2,5	3,6	0,93	2,47	9,5
2. Böhmen . . . . .	1,2	3,6	3,16	0,94	8,9
3. Steiermark . . . . .	—	6,6	1,02	0,08	7,7
4. Kärnten . . . . .	—	2,0	0,12	1,08	3,2
5. Mähren . . . . .	—	1,8	0,82	0,08	2,7
6. Siebenbürgen . . . . .	1,5	0,4	+	0,10	2,0
7. Schlesien . . . . .	+	0,41	1,24	+	1,7
8. Wojwodschaft und Banat . . . . .	+	1,0	0,43	0,27	1,7
9. Krain . . . . .	—	0,5	0,14	0,76	1,4
10. Westgalizien u. Krakau . . . . .	—	0,31	0,24	0,25	0,8
11. Oesterreich u. d. Enns . . . . .	—	0,26	0,36	+	0,6
12. Tirol . . . . .	+	0,26	0,04	0,30	0,6
13. Salzburg . . . . .	+	0,31	—	0,29	0,5
14. Venedig . . . . .	—	—	0,03	0,37	0,4
15. Militärgrenzland . . . . .	+	0,19	+	0,11	0,3
16. Bukowina . . . . .	—	0,16	—	0,04	0,2
17. Ostgalizien . . . . .	—	0,08	0,02	+	0,1
18. Oesterreich o. d. Enns . . . . .	+	—	0,07	+	0,08
19. Küstenland . . . . .	—	—	0,06	+	0,06
20. Croatien . . . . .	—	0,02	+	0,02	0,04
21. Dalmatien . . . . .	—	—	0,02	+	0,02
Oesterreichische Monarchie	5,3	21,5	8,7	7,0	42,50

In den mit + bezeichneten Posten ist die Erzeugung unbedeutend.

Fassen wir die wichtigsten Resultate dieser Zusammenstellung ins Auge, so finden wir 9 Kronländer, welche über 1 Million bis zu 9,5 Millionen, zusammen 37,4 Mill. Gulden an Bergproducten liefern, nämlich der Reihe nach: Ungarn, Böhmen, Steiermark, Kärnten, Mähren, Siebenbürgen, Schlesien, Banat und Krain; die Ausbeute der übrigen 12 Kronländer zusammen beträgt nur 3,7 Millionen Gulden.

In der Production an edlen Metallen sind nur drei Kronländer von Bedeutung; Ungarn mit 2,5, Siebenbürgen mit 1,5 und Böhmen mit 1,2 Millionen Gulden Ausbeute; sechs andere Kronländer liefern hiezu unbedeutende Beiträge.

In der Eisenproduction übertrifft Steiermark alle andern Kronländer mit einer Ausbeute von 6,6 Millionen Gulden; zunächst kommen Böhmen mit 3,6, Ungarn mit 3,6, Kärnten mit 2, Mähren mit 1,8 und das Banat mit 1, dann 11 andere Kronländer zusammen mit 2,9 Millionen Gulden.

In der Kohlenproduction steht Böhmen oben an mit einem Werthe von 3,16; hierauf folgen Schlesien mit 1,24, Steiermark mit 1,02, Ungarn mit 0,93 und Mähren mit 0,82, dann 14 andere Kronländer zusammen mit 1,53 Millionen Gulden.



und J) und fügen eine graphische Darstellung (Blatt E) bei, welche die Bewegung der vier Productionsgruppen innerhalb der bezeichneten 37 Jahre mit Rücksicht auf ihren Geldwerth anschaulich machen wird.

Tabelle J.

Geldwerth der gesammten österreichischen Bergwerksproduction in den Jahren 1823—1859

Jahres-Ausbeute	Edle Metalle	Roheisen	Mineral-kohlen	Andere Mineralien	Zusammen
	Oesterreichische Gulden				
im Durchschn. der Jahre					
1823—1827 *)	3,599,907	4,243,462	396,183	3,773,449	11,573,895
1828—1832	4,105,064	4,835,267	454,956	3,923,681	13,318,968
1833—1837	4,505,950	6,678,414	589,971	4,934,090	16,708,025
1838—1842	4,858,800	9,591,881	1,321,458	5,468,715	21,240,854
1843—1847	5,470,876	12,296,811	2,012,507	5,897,744	25,677,938
1848—1854 **)					
1855—1857	5,068,268	20,739,336	7,622,288	6,644,545	40,074,437
1857	4,777,008	22,848,227	7,621,376	6,568,509	41,815,120
1858	4,513,143	23,706,754	8,851,240	6,191,511	43,262,648
1859	5,308,859	21,480,634	8,725,675	6,995,824	42,510,992

\*) Diese Durchschnittszahlen beziehen sich nur auf die zwei Jahre 1826 und 1827, da für die vorhergehenden 3 Jahre der Werth der Bergwerksproduction nur summarisch genau angegeben werden kann.

\*\*) Für diese 7 Jahre können die Werthe der Bergwerksproduction nicht genau angegeben werden.

Diese Ziffern zeigen, dass die österreichische Bergwerks-Production im Laufe der letzten 37 Jahre in allen Zweigen beträchtlich zugenommen, durch die voreilende Entwicklung der Eisen- und Kohlenwerke aber einen wesentlich veränderten Character angenommen hat.

Setzen wir den Jahreswerth jeder einzelnen Gruppe der Bergwerksproduction in der ersten Periode 1823—27 gleich 100, und vergleichen wir damit die Werthe der Periode 1855—57, dann der letzten drei Jahre 1857, 1858 u. 1859, so erhalten wir in wenigen Ziffern die Characteristik der Entwicklung jeder einzelnen Gruppe.

Werth der Jahresproduction.

Jahre	an edlen Metallen	an Eisen	an Kohlen	an anderen Mineralien	im Ganzen
1823—1827	100	100	100	100	100
1855—1857	141	489	1924	176	346
1857	133	538	1924	174	361
1858	125	559	2234	164	374
1859	147	506	2202	185	367

Der Werth der jährlichen Production an Eisen ist demnach über das Fünffache und jener der Kohlenproduction über das Zweiundzwanzigfache gestiegen, während der Productionswerth beider andern Gruppen nicht das Zweifache seines anfänglichen Betrages erreichte.

In den Jahren 1826—1827 lieferten Eisen und Kohlen nur 38,6%; die edlen Metalle und anderen Mineralien aber 61,4% des Gesamtwertes der österreichischen Bergwerksproduction; Gold und Silber, Kupfer, Blei und Quecksilber waren die wichtigsten Bestandtheile der Ausbeute.

In den Jahren 1839 und 1840 stand der Werth der Eisen- und Kohlenproduction beiläufig gleich mit jenem der

übrigen Bergproducte \*), und im 1858 entfielen von dem Gesamtwerte der bergmännischen Ausbeute bereits 75,8% auf Eisen und Kohlen, und nur 24,7% auf die übrigen Producte. Das Werthverhältniss zwischen den Hauptgruppen der Bergwerksproduction hat sich daher gänzlich verändert; Eisen und Kohlen, diese unentbehrlichen Hilfsmittel jeder Industrie, sind nunmehr die wichtigsten Producte des österreichischen Bergbaues geworden, und die fernere Zunahme ihrer Ausbeute, mit ihr der Aufschwung des österreichischen Bergwesens, werden bei den vorhandenen unerschöpflichen Naturschätzen an beiden Stoffen nur von der entsprechenden Entwicklung der Gewerbe und des Handels abhängen. —

Zum Schlusse wollen wir noch eine Vergleichung der österreichischen Bergwerksproduction mit jener der wichtigsten bergbautreibenden fremden Staaten beifügen. Wir benützen dabei die neuesten und verlässlichsten Angaben, und haben dieselben durchgehends auf Zollcentner reducirt.

Production an Mineralkohlen und Roheisen.

Staaten	Jahre	Mineralkohlen Zollcentner	Roheisen Zollcentner
Grossbritannien . .	1859	1,461,189,230	75,371,951
V. Staat. v. Nordam.	1860	301,983,653	*) 17,000,000
Belgien . . . . .	1857	167,678,040	6,044,220
Frankreich . . . . .	1859	149,651,440	17,243,040
Preussen . . . . .	1859	275,815,292	7,937,844
Bayern . . . . .	1858	5,293,892	891,751
Sachsen . . . . .	1859	30,389,477	?
Russland . . . . .	1857	circa 1,035,216	circ. 4,278,600
Oesterreich . . . . .	1859	62,637,686	6,346,882

\*) Im Jahre 1858.

Wie diese Ziffern darthun, nimmt Oesterreich in der Kohlenproduction den sechsten, in der Roheisenproduction den fünften Rang unter den Bergbau treibenden Staaten ein. Etwas ungünstiger stellt sich die Rangfolge für Oesterreich, wenn man das Verhältniss der Production zur Bevölkerung berücksichtigt.

Im Durchschnitte entfällt nemlich auf einen Kopf der Bevölkerung \*\*); eine Production von

	Mineralkohlen Zollpfund	Roheisen Zollpfund
in Grossbritannien . . . . .	5.040	260
„ Vereinigten Staaten v. Nordamer. . .	960	54
„ Belgien . . . . .	3.590	130
„ Frankreich . . . . .	410	47
„ Preussen . . . . .	1.550	45
„ Bayern . . . . .	110	19
„ Sachsen . . . . .	1.430	?
„ Russland . . . . .	2	7
„ Oesterreich:		
westliche Kronländer . . . . .	410	33
oestliche Kronländer . . . . .	45	9
im Ganzen . . . . .	180	19

Vergleichen wir daher die angeführten Staaten nach dem Verhältnisse ihrer Production zur Volkszahl, so kommt Oesterreich hinsichtlich der Kohlenproduction in den siebenten und hinsichtlich der Roheisenproduction in den sechsten Rang

\*) Am 6. Januar 1838 wurde die erste Strecke der ersten Locomotiv-Eisenbahn (Kaiser Ferdinands-Nordbahn) in Oesterreich eröffnet.

\*\*) Der Stand der Bevölkerungen nach Galletti's Jubelausgabe 1860.

zu stehen. Dabei zeigt sich eine auffällende Verschiedenheit zwischen den westlichen (deutsch-böhmischen) und den östlichen Kronländern der Monarchie, zu welchen letzteren in dieser Beziehung ausser Galizien, Ungarn, Siebenbürgen, Croatien und dem Militärgrenzlande auch Venedig und Dalmatien zu rechnen sind. Auf einen Kopf der Bevölkerung entfallen nämlich von der einheimischen Production in den westlichen Kronländern durchschnittlich 410 Pfund Kohlen und 33 Pfund Roheisen; dagegen in den andern Kronländern nur 45 Pfund Kohlen und 9 Pfund Roheisen.

Wenn der Verbrauch an Mineralkohlen und Eisen — wie häufig behauptet wird — einen Massstab für den relativen Culturgrad der Völker giebt, so dürften diese Ziffern (da in Oesterreich der Verbrauch an beiden Producten mit der Production beinahe übereinstimmt) im grossen Durchschnitt ganz geeignet sein, den bedeutenden Unterschied in dieser Hinsicht zwischen den westlichen und den östlichen Kronländern zu bestätigen.

Berghauptmann von Carnall schätzte im Jahre 1859 die jährliche Kohlenförderung aller Länder der Erde auf 2,500 Millionen Zollcentner im Werthe von 250 Millionen Thalern. Nach der obigen Productionsübersicht von 9 Staaten liefern diese allein 2,456 Millionen Centner Kohlen; die Production der übrigen Länder erscheint daher verhältnissmässig unbedeutend.

Schwieriger dürfte es sein, die Roheisenproduction der ganzen Erde zu schätzen, zu welcher die angeführten neun Staaten zusammen 138 Millionen Centner liefern; indess ist es daher gewiss, dass diese Summe den weitaus grössten Theil der gesammten gegenwärtigen Roheisenproduction der Erde darstellt.

Die nachstehende Tabelle zeigt die Ausbeute an den wichtigsten der übrigen Bergwerksproducte, nämlich an Gold, Silber, Kupfer, Blei und Zink, in jenen neun europäischen Staaten, wo diese Producte vorzugsweise gewonnen werden.

P r o d u c t i o n						
in den Staaten	im Jahre	an Gold	an Silber	an Kupfer	an Blei u. Glätte	an Zink
		Münzpfund		Zollcentner		
Grossbritannien	1859	—	35,829	320,130 *)	1,283,630	75,050
Russland mit Sibirien	1857	53,389	308	110,700	5,000	—
Schweden	1857	1	2,048	34,080	4,360	—
Preussen	1859	39	32,024	34,900	300,000	986,000
Sachsen	1858	12	62,745	1,800	54,000	100
Hannover und Braunschweig	1853	10	47,150	?	?	?
Frankreich	1852	275	12,570	38,400	58,500	—
Spanien	1858	ca. 30	6,000	38,000	1,141,200	19,000
Oesterreich	1859	3,293	69,054	51,000	149,000	25,000

\*) Aus inländischen Erzen allein.

In der Ausbeute an Gold und Silber geht demnach Oesterreich allen andern europäischen Staaten vor, indem die russische Goldproduction beinahe ausschliessend asiatischen Ursprunges ist. Dagegen behauptet in der Kupfer- und Bleiproduction Grossbritannien und in der Zinkproduction Preussen den Vorrang unter den angeführten Staaten.

Die Ausbeute an Gold und Silber auf der ganzen Erde wird von Freiherrn von Reden für das Jahr 1853 in folgender Weise angegeben:

	Gold Münzpfund	Silber Münzpfund
Europa ohne Russland	5,258	341,475
Russland	53,681	39,525
Asien ohne Russland	29,875	123,500
Californien	250,500	750
Mexiko	4,975	1,490,000
das übrige Amerika	25,025	778,975
Afrika	9,000	275
Australien	259,500	—
Summe für die ganze Erde	637,814	2,774,500

Diese Angaben sind jedoch (hinsichtlich Australien nach Reden's eigener Bemerkung) zu hoch, und mit Rücksicht auf neuere Berechnungen von Birkmyre, Whitney und Levasseur, dann der Zeitschrift für das deutsche Berg- und Hüttenwesen (1859, Nr. 6) dürfte die jährliche Production der gesammten Erde an edlen Metallen in den Jahren 1853—1857 richtiger auf . . . . 506,800 Münzpfund Gold im Werthe von 342,090,000 österreichischen Gulden, und . . . . 2,000,000 Münzpfund Silber im Werthe von 90,000,000 österr. Gulden, sohin im Gesamtwerthe von 432,090,000 Gulden anzunehmen sein.

Die Ausbeute an den übrigen Bergwerksproducten auf der ganzen Erde lässt sich nach dem gegenwärtigen Stande der Statistik selbst annäherungsweise kaum ermitteln.

Wollte man übrigens versuchen, aus den vorhandenen Angaben den beiläufigen Werth der jährlichen Bergwerksproduction der ganzen Erde zu berechnen, so würde sich derselbe etwa in folgenden Ziffern darstellen:

	Millionen Zollcentner	Millionen Gulden
Kohlen	2500	375
Roheisen	160	400
edle Metalle	—	432

zusammen . 1207

Der Werth der übrigen Producte (worunter Kupfer, Blei, Quecksilber und Zink obenan stehen) muss wenigstens auf 200 bis 300 Millionen Gulden veranschlagt werden.

Der Gesamtwerthe der jährlichen Bergwerksproduction auf der ganzen Erde dürfte daher geringe gerechnet auf 1400 bis 1500 Millionen Gulden zu schätzen sein.

## Verhandlungen des Vereins.

### Protocoll

der Monats-Versammlung am 2. März 1861.

Vorsitzender: der Vorsteher-Stellvertreter Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.  
Gegenwärtig 56 Mitglieder.  
Schriftführer: der Vereins-Secretär F. M. Friesse.

### Verhandlungen:

1. Das Protocoll der Generalversammlung vom 16. Februar 1861 wird verlesen, richtig befunden und unterschrieben.
2. Zur Unterzeichnung des Protocoll's der laufenden Monatsversammlung werden die Vereinsmitglieder Herren H. Giles und M. Rießer erwählt.
3. Ueber die Aufnahme der in der Generalversammlung am 16. Februar angemeldeten Candidaten wird durch Händeschau abgestimmt, und werden hiedurch als wirkliche Mitglieder aufgenommen die Herren: August Bochkolz, General-Inspector der priv. österr. Staatseisenbahngesellschaft in Wien.

Carl August Frei, Eisenwerks-Director zu Store bei Cilli,  
Clemens Martin Pöbisch, Besitzer einer hydraulischen Cement-Fabrik  
in Wien.

4. Der Geschäftsbericht für die Zeit vom 20. Jänner bis 2. März 1861 wird vorgetragen und ohne Bemerkung zur Kenntniss genommen. Laut demselben sind:

- a) Aus dem Vereine ausgetreten die Mitglieder:  
Herr Meltzer Josef, Ingenieur Assistent der priv. Kaiserin Elisabeth-Bahn in Wels.  
„ Leitenberger Eduard, Ingenieur der priv. Kaiserin Elisabeth-Bahn in Salzburg.  
„ Epler Heinrich, Ingenieur-Assistent der priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Mähr. Ostrau.
- b) Den Beitritt als wirkliches Mitglied des Vereines hat erklärt:  
Herr Kleszczynski Eduard, Amts-Ingenieur der priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien (nachträglich in Folge seiner Aufnahme als Mitglied).
- c) Die Vereinsbibliothek hat folgenden Zuwachs erhalten:
- Jahresbericht der k. k. Oberrealschule in der Vorstadt Landstrasse in Wien für 1859—1860. Wien, C. Gerold 1860. 1 Heft 8. Geschenk der genannten Oberrealschule.
- Mathematisches Wörterbuch von Ludw. Hoffmann, Baumeister in Berlin. I. Band A—B. Berlin, G. Bosselmann 1858. 1 Bd. 8. Geschenk der Verlagshandlung.
- Jahresberichte der Handels- und Gewerbekammern in Württemberg für 1859. Stuttgart, Blum und Vogel 1860. 1 Band 4. Geschenk der königl. Württembergischen Centralstelle für Handel und Gewerbe.
- Theorie und Bau der Rohrturbinen im Allgemeinen und der sogenannten Jonval-Turbinen insbesondere. Von P. Rittinger, k. k. Sectionsrath in Wien, Prag, Credner 1861. 1 Band 8. Geschenk des Herrn Verfassers.
- Practischer Tunnelbau in seinem ganzen Umfange, nebst Beschreibung ausgeführter Tunnelbauten Von Alfred Lorenz, k. k. Ingenieur für Eisenbahnbauten. Mit einem Atlas von 23 Kupfertafeln. Wien, 1860. Geschenk des Herrn Verfassers.
- Der Bau des Hauenstein-Tunnels auf der schweizerischen Centralbahn von W. Pressel und J. Kauffmann, Ingenieure. Mit 17 lithographirten Tafeln. Basel und Biel 1860. Angekauft.
- Die erste ausgeführte Kettenbrücke für den Locomotivbetrieb, projectirt und erbaut von Friedr. Schnirch, k. k. Oberinspector. Nach authentischen Daten zusammengestellt und herausgegeben von Julius Fanta, k. k. Ingenieur. Wien, F. Förster 1861. 1 Bd. 4. Angekauft im Pränumerationswege.
- Constructionslehre für Ingenieure. Ein Leitfaden für polytechnische Schulen und zum Selbststudium im Strassen-, Eisenbahn- und Wasserbaufache von Gust. Ad. Hänel, Professor an der polytechnischen Schule zu Stuttgart. Erste Abtheilung. Kunstbau (Brückenbau). Erste Lieferung mit Atlas. Stuttgart 1861. 1 Band 8. und 1 Atlas Folio. Durch Ankauf erworben.
- Die Gesetze und die Kräfte der relativen Bewegung in der Ebene, von H. Schmidt, k. k. Kunstmeister. Wien 1861. 1 Bd. 8. Geschenk des Herrn Verfassers.
- Le Credit minier, Journal des intérêts métallurgiques et manufacturiers I Année. Paris 1861. Von der Redaction zum Austausch gegen die Vereinszeitschrift eingesendet.
- Die Auflösung der algebraischen und transcendentes Gleichungen mit einer und mehreren Unbekannten in reellen und complexen Zahlen. Nach neuen und zur practischen Anwendung geeigneten Methoden von Dr. Hermann Scheffler, Baurath. Mit 35 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig 1859. 1 Bd. 8.
- Vereinsmitglied Herr C. Pfaff hat die Verein-kanzlei ersucht, auf seine Rechnung Armengand publication industrielle, Jahrgang 1861 für die Vereinsbibliothek anzuschaffen, was auch bereits im Pränumerationswege geschehen ist.
- Vereins-Secretär F. M. Friese hat die Zeitschrift „der Berggeist“, Zeitung für Industrie, Berg- und Hüttenwesen“ (in Cöln zweimal wöchentlich erscheinend) zur Benützung im Lesezimmer zu Gebote gestellt.
5. Herr Kunstmeister G. Schmidt bemerkt, dass die aus der Vereinsbibliothek entlehnten Bücher von den Entlehnern nicht selten übermäßig lange behalten werden Da hiedurch die übrigen Mitglieder in

der Benützung der Bibliothek gehindert werden, so sollte auf Massregeln gedacht werden, um diesem Uebelstande zu steuern, in welcher Hinsicht er auf die Einrichtung anderer Vereine aufmerksam machen wolle, bei welchen auf die Ueberschreitung eines bestimmten Termines Geldstrafen festgesetzt sind.

Herr Ingenieur J. Hecker glaubt, dass eine von drei zu drei Monaten zu wiederholende Einforderung aller entlehnten Bücher hinreichen würde, die nöthige Ordnung zu erhalten.

Nach längerer Besprechung wurde beschlossen, die diessfalls nöthigen Massregeln dem Verwaltungsrathe zu überlassen.

6. Der Herr Vorsitzende erinnert bei diesem Anlasse, dass die von einzelnen Vereinsmitgliedern übernommenen Besprechungen mehrerer neuen Werke seit geraumer Zeit im Rückstande seien und ersucht, im Interesse des Vereines diese Besprechungen thunlichst zu beschleunigen, indem sonst von Seite der Verlagshandlungen keine neuen Publicationen dem Vereine zugesendet werden würden.

7. Mehrere wissenschaftliche Vorträge beschlossen die Sitzung, indem Herr Sectionsrath Rittinger über einen Versuch, das Princip der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe auf eine Wasserstrahlpumpe anzuwenden, Herr Kunstmeister G. Schmidt über Fairbairn's Versuche zur Ermittlung des specifischen Volums des Wasserdampfes, und Herr Civil-Ingenieur G. Glucksak über Betonbau sprachen \*).

Versammlung der Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen am 6. März 1861.

Vorsitzender: Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Herr Sectionsrath P. Rittinger begann den angekündigten Vortrag über Tunnelbau mit der Bemerkung, dass dieser Gegenstand von den bergmännischen Fachgenossen in der letzten Zeit nicht hinreichend gewürdigt worden, und daher den Eisenbahn-Ingenieuren anheimgefallen sei, unter welchen sich mehrere tüchtige Kräfte diesem Fache gewidmet und theoretisch wie practisch Ausgezeichnetes geleistet haben. Zu den neuesten und besten Erscheinungen der Literatur gehören in dieser Hinsicht die Werke des österreichischen Ingenieurs und Mitgliedes des österreichischen Ingenieur-Vereines Herrn Alfred Lorenz über den practischen Tunnelbau (1 Band Text mit einem Atlas von 23 Tafeln Abbildungen, Wien C. Gerold 1860) und der Herren W. Pressel und J. Kauffmann über den Hauenstein-Tunnel (1 Band Folio mit 13 Tafeln, Basel, C. Detloff 1860), welches letztere ausser dem speciellen Gegenstande seiner Darstellung auch die Principien des Tunnelbaues systematisch behandelt. Beide Werke verdienen von jedem Bergmann, welcher mit Tunnels und ähnlichen Anlagen zu thun habe, eindringend studirt zu werden.

Der Herr Sprecher gab hierauf eine Uebersicht von dem Inhalte dieser zwei Werke, indem er zugleich die wesentlichsten Angaben derselben mittheilte und kritisch beleuchtete.

Als täglicher Fortschritt des Aushubes sammt Förderung ergibt sich aus einer von A. Lorenz mitgetheilten Zusammenstellung von 22 verschiedenen Tunnelbauten (bei einem lichten Querschnitte von 12 bis 15½ Quadratklaftern) im grossen Durchschnitte:

bei Syenit . . . . .	0,118 Wiener Klafte
„ Kalkstein . . . . .	0,116 „
„ Schiefer . . . . .	0,112 „
„ Sandstein . . . . .	0,096 „

Die bezüglichen Ergebnisse sind bei den meisten dieser 22 Tunnels sehr nahe übereinstimmend; als Minimum erscheint 0,039, als Maximum 0,140 Klafte.

Der Pulververbrauch auf 1 Cubicklafte ergibt sich aus einer Sammlung von 26 verschiedenen practischen Erfahrungen im Maximum zu 8,33 Pf. (bei fester quarziger Gangmasse) und im Minimum zu 0,33 Pf. (bei mildem Thonschiefer).

Bezüglich des Vorganges beim Tunnelaushub unterscheidet A. Lorenz drei Methoden als die gangbarsten:

1. Aushub für das Gewölbe, und nach Herstellung desselben Aushub für die beiden darnach aufzuführenden Widerlagsmauern, endlich Aushub des Mittelkörpers und Spannung des allenfalls nothwendigen Sohlen-gewölbes.

\*) Ein ausführlicherer Bericht über diese Vorträge findet sich im vorigen Hefte, Seite 65.



2. Aushub für das Gewölbe und für die beiden Widerlagsmauern, sodann Aufführung der letzteren mit dem darauf ruhenden Gewölbe, endlich Aushub des Mittelkörpers und allenfalls Herstellung des Sohlengewölbes.

3. Aushub und Verzimmerung des ganzen Profils und unmittelbar nachfolgende Ausmauerung desselben.

Herr A. Lorenz gibt der letzten Methode vor den übrigen den Vorzug, und führt ausser den genannten noch einige specielle Methoden an, ohne jedoch dieselben zu empfehlen. Als Hauptregel bezeichnet er, dass die Arbeiten in allen Etagen gleichmässig fortschreiten sollen; auch empfiehlt er die Hilfsschächte ausserhalb des Tunnelprofils abzusinken.

Der Aushub muss übrigens eine gewisse Ueberhöhung, das ist eine Vergrösserung im Umfange gegen das festgesetzte Tunnel-Profil erhalten, theils um bei der Mauerung einen entsprechenden Manipulationsraum zu geben, theils wegen des selten vermeidlichen Setzens des Gebirges; in Folge dessen die Ueberhöhung zuweilen bis auf 4 Fuss gesteigert werden muss.

Die Herren W. Pressel und J. Kauffmann unterscheiden vier charakteristisch verschiedene Methoden des Tunnel-Aushubes, und bezeichnen dieselben je nach dem Lande ihres Ursprunges als das belgische, das deutsche, das englische und das österreichische System.

1. Das belgische System besteht im Wesentlichen darin, dass an der Tunnelfirste ein Stollen vorgetrieben und nach beiden Seiten erweitert wird, so dass hiedurch ein Segment von circa 11 Fuss Pfeilhöhe abgebaut wird. Hierauf wird die Mauerung eingesetzt, deren Fuss auf dem natürlichen Gestein oder einer Holzschwelle ruht. Ist ein Widerlager nöthig, so wird dieses in hiezu ausgebrochenen Absinken eingesetzt, während ein Mittelkern stehen bleibt; oder man treibt früher durch die untere Etage einen Schlitz, nimmt hiedurch den Kern sammt Widerlagerräumen heraus und unterfängt die Gewölbekappen durch die Widerlager.

Als Einbau genügen bei festem Gebirge Streben, welche nach Bedarf gestellt werden, um die durch das Sprengen theilweise los gewordenen Felsstücke zu unterfangen; bei weicherem Baugrunde werden die Bohlen durch Jöcher unterstützt, welche durch fächerartig gestellte Streben, die auf einer Schwelle aufstehen, gehalten werden. Ist der Aushub so weit vorgeschritten, dass die Maurer durch die Sprengarbeit nicht mehr gestört werden, so werden die Lehrbögen aufgestellt, auf dieselben nach Wegnahme der Einbauhölzer abgespreizt und die Kappe eingewölbt; die etwa nothwendigen Widerlagsmauern werden erst später aufgeführt.

2. Bei der deutschen Methode werden zuerst an beiden Seiten des Tunnels zwei Stollen getrieben, deren Sohle beiläufig in der Höhe der Tunnelsohle liegt; dann über denselben zwei Firstenstollen, worauf das Mauerwerk von den Widerlagern begonnen wird, während ein Kern des Gebirges zwischen beiden Stollen stehen bleibt. Hernach wird ein oberer Stollen getrieben, von demselben aus das Segment für das Gewölbe nach beiden Seiten ausgeweitet, das Gewölbe eingesetzt, und erst zuletzt der Kern entfernt.

Bei festem Gebirge kann statt des unteren und des Firsten-Stollens auf jeder Seite auch nur je einer mit grösserer Höhe getrieben werden; auch können zur Erleichterung der Förderung während des Mauerns Querschläge von einem Stollen zum andern durch den Mittelkern geführt werden.

3. Englisches System. Ein unterer Stollen wird durch die ganze Länge des Tunnels unabhängig von den übrigen Arbeiten und mit möglicher Beschleunigung getrieben, um eine hinreichende Anzahl von Angriffspuncten für Aufbrüche zu erhalten, und zugleich neben einer genauen Untersuchung der durchbrochenen Gesteine die Förderung, Entwässerung und Ventilation sicherzustellen. Von dem Stollen werden in angemessenen Distanzen, etwa zu 30 Klaftern, Ausbrüche gemacht, und von diesem aus das vollständige Tunnelprofil in einzelnen mässigen Längen ausgebrochen und sogleich untermauert. Diese Ausbruchlängen werden durch Jöcher parallel zur Tunnelachse ausgebaut, welche zwischen ihren Enden keine Unterstützung haben; die Länge der Ausbrüche wie die Stärke der Jöcher richtet sich nach dem Gebirgsdrucke; Bergleute und Maurer arbeiten immer an getrennten Bauplätzen, können einander daher auch nicht stören.

4. Das österreichische System ist mit dem englischen im Wesentlichen übereinstimmend, insofern vor dem Beginne des Aushubes ein unterer Stollen vorgetrieben und der Ausbau so wie die Ausmaue-

rung erst nach dem Ausheben des ganzen Profils bewerkstelligt werden; es unterscheidet sich aber von dem englischen Systeme dadurch, dass die das Gebirge tragenden Hölzer polygonartig angeordnet sind und in einer senkrecht auf der Tunnelachse stehenden Ebene liegen. Die Gespärre-Polygone sind wieder durch Stempel gestützt.

Beim Aushube beginnt man mit einem obren Stollen an der Tunnelfirste, erweitert denselben zu beiden Seiten und unterstützt das Polygon-Gespärre so lange provisorisch, bis man auf die Höhe der Schwelle *a* in Fig. 4, Bl. Nr. 8, herabgekommen ist, welche dann beim Aushube des unteren Profiltheiles durch Stempel unterfangen wird. Ist auf diese Weise der Aushub auf etwa 3—4 Klafter beendet, so werden die Lehrbögen gestellt und die Mauerung ausgeführt, während eine weitere Länge aufgehoben wird, so dass Ausbruch und Ausbau von der First aus stollenartig und gleichmässig fortschreiten.

Dieses System ist bei den berühmten Tunnelbauten am Semmering und Karst angewendet, und von competenten Fachmännern (Scheffler's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1858, und *Erbauf Zeit- und Geldersparniss und Solidität* bezeichnet worden. Die Herren W. Pressel und J. Kauffmann gestehen demselben jedoch nur den Vorzug der Solidität hinsichtlich des Einbaues zu, und behaupten, dass es hinsichtlich des Zeitaufwandes hinter dem englischen Systeme zurückstehe, weil die Mauerung stets mehr Zeit in Anspruch nehmen als der Aushub, daher dem letzteren nicht so schnell wie bei der englischen Methode folgen könne, abgesehen davon, dass der complicirte Einbau bei der folgenden Ausmauerung sehr hinderlich sei. Zudem leide die österreichische wie die deutsche Methode an dem Hauptübel, dass eine zu grosse Strecke Gebirges auf einmal aufgeschlossen werde, und dass die stützenden Jöcher und Stempel durch längere Zeit nur provisorisch sein können, wodurch zu Senkungen Anlass gegeben und der Druck auf den Einbau sehr vergrössert werde.

Ueberhaupt suchen die Genannten aus ihren Erfahrungen den Schluss zu begründen, dass in festem Gesteine bei hinreichender Bauzeit das belgische, in allen andern Fällen aber das englische System vor den übrigen den Vorzug verdiene.

Herr Sectionsrath P. Rittinger bezeichnete diese Eintheilung der Tunnelbausysteme von Pressel und Kauffmann als vollkommen charakteristisch, und besprach die einzelnen Systeme, indem er dieselben zugleich durch Zeichnungen erläuterte, welche wir in kleinen Skizzen auf Blatt Nr. 8 hier beifügen \*).

Der Herr Sprecher erklärte jedoch, dem Urtheile der Herren Pressel und Kauffmann wenigstens in Betreff des österreichischen Systemes nicht beistimmen zu können, sondern dieses im Allgemeinen als das Vorzüglichste bezeichnen zu müssen. Von dem unteren Richtstollen aus könne nämlich beim österreichischen wie beim englischen Systeme eine beliebige Anzahl von Aufbrüchen angelegt, von denselben das Tunnelprofil ausgehoben und hiedurch der Ausbau und die Ausmauerung ganz nach Bedarf beschleunigt werden. Die österreichische Methode der Auszimmerung mittelst polygonaler Gespärre, welche senkrecht auf die Tunnelachse gestellt werden, biete aber wesentliche Vortheile, insbesondere bei brüchigem Gesteine, indem man derlei Gespärre dicht aneinander setzen könne, ohne erst grössere Strecken ausheben und provisorisch stützen zu müssen, und weil Triebpfähle leichter und besser angewendet werden können als bei der englischen Jochzimmerung. Dagegen seien zur Sparrenzimmerung allerdings sorgfältig bezogene Hölzer, welche über Tags zusammengestellt werden müssen, und geschickte Arbeiter nothwendig, während bei der Jochzimmerung selbst rohe Rundhölzer verwendet werden können.

A. Lorenz unterscheidet im Allgemeinen zwei Methoden der Auszimmerung und bezeichnet dieselben als

a) Zimmerung mit Langpfählen, und

b) Zimmerung mit Querpfehlern, je nachdem die Triebpfähle oder Ladefolger parallel mit oder senkrecht auf der Tunnelachse stehen.

Herr P. Rittinger erachtet es für zweckmässiger, die Zimmerung nach der Stellung der tragenden Hölzer zu bezeichnen, und nennt die Zimmerung mit Langpfählen „Sparrenzimmerung“, jene mit Quer-

\*) Die Mittheilung dieser Skizzen verdanken wir der Gefälligkeit des k. k. Berg-Expectanten Herrn A. Sevcik

pfählen „Jochzimmerung“. Erstere wird bei dem österreichischen, letztere bei den übrigen Systemen des Tunnelbaues angewendet.

Die Tunnelmauerung wechselt nach einer von A. Lorenz mitgetheilten Zusammenstellung mehrerer practischen Ausführungen von 0,3 bis 0,5 Klafter, muss aber zuweilen bis auf 1 Klafter verstärkt werden.

Die Ausmauerung soll am zweckmässigsten am Scheitel des Sohlgewölbes, wenn ein solches eingesetzt wird, begonnen werden, was freilich nicht zulässig ist, wenn nach dem gewählten Systeme der Ausbau nicht sogleich im ganzen Profile erfolgt. Ziegel sind unter allen Materialien zur Tunnelmauerung am wenigsten zu empfehlen; Lorenz' Vorschlag, die Ziegel, wenn solche durchaus verwendet werden müssen, erst durch einen Winter im Freien stehen zu lassen, um sodann alle schlechteren ausscheiden zu können, dürfte wegen des Zeitverlustes selten ausführbar sein.

Auf die Gewölbe-Einrüstung übergehend, bemerkte Herr Sectionsrath P. Rittinger, dass dieselbe nicht bloss das Gewölbe, sondern provisorisch auch das darauf ruhende Gebirge zu tragen habe, und dem entsprechend construirt werden müsse, wobei sich wieder ein Vortheil der österreichischen Sparrenzimmerung gegenüber der Jochzimmerung ergibt.

Ueber die Kosten des Tunnelbaues theilte der Herr Sprecher mit, dass nach einer Zusammenstellung von 62 ausgeführten Tunnelbauten (bei Lorenz) die Gesamtkosten einer Currentklafter Tunnel (mit Einrechnung der Hilfsschächte) im grossen Durchschnitte zu stehen komme,

bei ungewölbten Tunnels auf . . . . .	580 fl. Oe. W.
bei theilweise gewölbten „ . . . . .	1100 „ „
bei ganz gewölbten „ . . . . .	1800 „ „

Die Resultate schwanken übrigens begreiflicher Weise zwischen sehr weiten Grenzen.

Aus andern von A. Lorenz mitgetheilten Tabellen über die Kosten von 28 in Oesterreich ausgeführten Tunnels (detaillirt nach den einzelnen Arbeiten) ergibt sich, dass der Aufwand für 1 Currentklafter

im Minimum . . . . .	858 fl. Oe. W.
im Maximum . . . . .	4134 „ „
im Durchschnitte . . . . .	2170 „ „

betrug.

Da die Zimmerungs- und Mauerungskosten in der Regel mit den Aushubkosten im umgekehrten Verhältnisse stehen, und zusammen selten im Voraus genau veranschlagt werden können, so ist auch die Ueberlassung eines Tunnelbaues an einen Unternehmer nach Einheitspreisen immer mit grossen Schwierigkeiten verbunden, und daher nicht zu empfehlen. A. Lorenz rath daher, die Leitung und Eintheilung der sämtlichen Tunnelarbeiten in eigener Regie vorzunehmen, und nur einzelne Arbeitsgattungen in kleinen Abtheilungen an Unternehmer zu vergeben. Pressel und Kauffmann empfehlen mit Rücksicht auf ihre Erfahrungen beim Baue des Hauensteintunnels (welcher zum Preise von 1700 Francs für den laufenden Meter vergeben wurde), dass dem Unternehmer eines Tunnels für die Mehrauslagen bei einzelnen Arbeiten gegenüber den bestimmten Einheitspreisen eine entsprechende Entschädigung im Voraus zugesichert werden solle. Der Hauensteintunnel (lang 8320 Schweizer Fuss oder 1316 Wiener Klafter) wurde nämlich zum Preise von 4,250,000 Francs (1,700,000 fl. Oe. W.) vergeben, kostete aber nach Angabe der genannten Verfasser in Folge verschiedener unvorhergesehener Mehrauslagen 4,750,000 Francs (1,900,000 Gulden, daher 1444 fl. für die laufende Klafter), wodurch die Unternehmer nicht unbedeutenden Schaden erlitten.

Herr Sectionsrath P. Rittinger erklärte sich für das von A. Lorenz vorgeschlagene Verfahren, und empfahl zum Schlusse die beiden bezeichneten Werke wiederholt der Beachtung der bergmännischen Fachgenossen.

Herr k. k. Obergeringieur C. Pilarski, welcher seiner Zeit den Bau des grossen Semmeringtunnels leitete, erwähnte mit Beziehung auf die verschiedenen Systeme der Tunnelzimmerung, dass im genannten Tunnel gegen Ende 1850 ein drohender Einbruch dadurch verhütet worden sei, dass das Sparrengezimmer durch Längenjöcher unterfangen wurde. An einer andern Stelle sei in sehr lockerem Gebirge der Druck so stark gewesen, dass man Sparren an Sparren stellen und unter denselben noch überdiess Längenjöcher einziehen musste.

Herr Ministerialrath A. Wisner sprach den Wunsch aus, Herr

P. Rittinger wolle eine specielle Mittheilung über den Bau des Themsetunnels und des Tunnels durch den Mont-Cenis bringen, in welcher Beziehung der letztere bemerkte, dass eine Mittheilung über die neuesten zum Bohren von Sprenglöchern angewendeten Maschinen ohnedies für einen der nächsten Abende auf der Tagesordnung stehe.

Herr Ministerialrath C. Weis hielt einen Vortrag über den Organismus der Bergbehörden in Frankreich, welchen wir wörtlich folgen lassen. —

Aufgefordert von meinem geehrten Freunde, dem Vorsitzenden dieser Versammlung, gehe ich daran, Ihnen ein Bild des Organismus der französischen Bergwerksverwaltung (nach einer im Bergwerksfreunde enthaltenen Abhandlung) zu skizziren. Zwar hat der k. preuss. Bergamts-Director Herr Dr. Huysen diesen Gegenstand bereits in Betrachtung gezogen, jedoch vorzugsweise aus dem preussischen Gesichtspunkte; ich will nun versuchen, demselben vom österreichischen Standpunkte einige neue Seiten abzugewinnen. Denn die Betrachtung fremder Staatseinrichtungen wirkt nur dann befruchtend, wenn man auf sie den Maassstab der einheimischen Verhältnisse anlegt. Doch muss dabei mit grosser Vorsicht verfahren werden, weil die bestehenden Einrichtungen das Product vieler einzelnen Factoren sind, welche ebenfalls in Rechnung gezogen werden müssen. Vieles, was in einem fremden Lande recht zweckmässig sein mag, würde es desshalb nicht auch in der Heimat sein, weil die natürlichen, politischen und socialen Verhältnisse in beiden ganz verschieden sind. So ist es auch mit der französischen Bergwerksverwaltung der Fall.

In Frankreich wird vorzugsweise der Flözbergbau betrieben. Seine Production an Mineralkohlen von nahe 150 Millionen Centner ist noch einmal so gross als jene Oesterreichs, und seine Erzeugung von Roheisen und Gusswaren, 10 $\frac{1}{4}$  Millionen Centner, beträgt das Doppelte von der gleichen Production in Oesterreich. Allein sein Bleibergbau produziert nicht einmal die Hälfte von der Bleierzzeugung Oesterreichs, und die Production seiner Silberbergwerke beträgt höchstens den sechsten Theil, die Production seiner Goldbergwerke nur wenig mehr als 1 Procent jener von Oesterreich. Die mannigfaltige Gewinnung von Quecksilber, Nickel und Kobalt, von Zink-, Zinn-, Wismuth-, Wolfram-, Uran- und Chromerzen, von Schwefel und von Vitriolen, Alaun u. s. w., wie sie in Oesterreich stattfindet, kennt Frankreich nicht.

Es beschäftigt daher beim eigentlichen Bergbau mit Inbegriff der Gräbereien, welche unseren Tagmassen entsprechen, nur 50,000 Arbeiter, während in Oesterreich die doppelte Anzahl von Arbeitern dabei Nahrung und Erwerb findet.

Allein in Frankreich erstreckt sich die Aufsicht der Bergbehörden auch auf die Steinbrüche, bei welchen über 80,000 Arbeiter, und auf die Torfstiche, bei welchen über 40,000 Arbeiter verwendet werden. Ferner üben die Bergbehörden die polizeiliche Aufsicht über Dampfmaschinen, Dampfkessel, daher auch über Locomotive und Dampfschiffe aus, welche in Oesterreich den politischen Behörden übertragen ist.

Dadurch ist die Grenze des Wirkungskreises der französischen Bergbehörden viel weiter als in Oesterreich gezogen. Dieser Wirkungskreis, so weit er mit jenem der österreichischen Bergbehörden zusammentrifft, ist in vielen Beziehungen auch ein wesentlich verschiedener. Den Kleinbergbau, der sich in einigen Gegenden Oesterreichs amiesenartig zusammendrängt, kennt Frankreich nicht. Seine Berggesetzgebung ist für grossartige Unternehmungen berechnet. Sie gewährt grosse ausschliessende Schurffelder auf mehrere Jahre, sie verleiht ausgedehnte Grubenfelder nach natürlichen oder leicht erkennbaren künstlichen Grenzen, z. B. Flüssen und Strassenzügen. Wie zersplittert dagegen der Bergbau in Oesterreich ist, lässt sich daraus entnehmen, dass man in Frankreich die Zahl der einzelnen Bergwerke auf etwa 1200 rechnet, während man in Oesterreich deren mindestens 5000 annehmen kann. Die vielen einzelnen Occupationshandlungen, welche das österreichische Berggesetz fordert, die dabei unvermeidlich entstehenden häufigen Collisionen, und die dadurch bedingte fortdauernde Einflussnahme der österreichischen Bergbehörden auf Schutz der Bergarbeit und Sicherung des Grubenfeldes kommen bei den ausgedehnten französischen Bergwerksverleihungen gar nicht vor. Diese grossen Grubenfelder gestatten allerdings einen concentrirten Betrieb mit Anwendung von starken Maschinen, allein sie begünstigen auch schädliche Monopole, welche im weiten Umkreise der Industrie die unentbehrlichsten Roh- und Hilfsstoffe vertheuern. Zudem geht jede Verleihung vom Minister aus, gegen dessen Ausspruch keine Berufung mehr Platz greift. Dadurch fallen allerdings die Recurse weg,

allein jede einzelne Verleihungsverhandlung muss, auch wenn kein Anstand oder Bedenken dagegen obwaltet, alle Stadien und alle Stufen der Behörden durchlaufen.

Die Bergpolizei wird in Frankreich mit einer Intensität und Strenge gehandhabt, wie diess in Oesterreich, wo man seit Jahrhunderten eine freiere Bewegung beim Bergbau gewöhnt ist, ohne die grösste Missstimmung kaum ausführbar wäre. Jeder Verleihungsurkunde wird ein Bedingnissheft beigegeben, in welchem der zu befolgende Betriebsplan vorgeschrieben ist. Jede Aenderung, jede neue Vorrichtung und Anlage wird geprüft und genehmigt. Neben dieser tief einschneidenden Präventivpolizei wird eine strenge Repressivaufsicht und Gewalt geübt. Eine bedeutende Anzahl von Aufsichtssteigern, die an den wichtigsten Werken stationirt sind, ist netzartig über das ganze Land verbreitet. Jedes Werk muss wenigstens ein Mal im Jahre von einem technischen Bergbeamten besichtigt werden, welcher jede Zuwiderhandlung dem Oberprocurator (Staatsanwalt) zur Abhandlung durch die Strafgerichte anzuzeigen und dringende Maassregeln sogleich selbst vorzulegen hat. Bei der Besteuerung des Bergbaues wirken die Bergbehörden in umfassender Weise deren Richtigkeit durch mittelbare und unmittelbare Erhebungen, und nehmen auf die Ermittlung des steuerbaren Reinertrages der Bergwerke Einfluss. Die Einhebung und Eintreibung der Bergwerksabgaben besorgen jedoch nicht sie, sondern die gewöhnlichen Steuerbehörden.

Auch auf die Statistik des Bergbaues verwenden die Bergbehörden grosse Sorgfalt. Sie sammeln und verarbeiten die gesammelten Daten, oft in geistvoller Weise, allein ihre Arbeiten verlieren dadurch an Werth, dass sie meist sehr spät zur Publication gelangen.

Auf diesen Grundlagen ist nun der Organismus der französischen Bergbehörden aufgebaut. Das ganze Land ist in 44 Reviere (sous-arrondissements) getheilt, welche die untersten Glieder des Organismus bilden. Ein Revier umfasst mindestens ein halbes Departement und niemals mehr als 4 Departements. An der Spitze jedes Reviers steht der Ingenieur, welchem bis vier zuweilen aber auch keine, Aufsichtssteiger unterstehen. Je zwei und drei Reviere bilden einen Bezirk (arrondissement), dessen Leitung einem Obergeringenieur anvertraut ist. Die Anzahl der Bezirke beträgt 14. Dem Obergeringenieur steht in der Regel ein Ingenieur zur Seite, auch werden ihnen und den Ingenieuren die Eleven nach Bedarf zugetheilt. Zuweilen verwaltet der Obergeringenieur zugleich ein Revier. Mehrere Bezirke bilden eine Abtheilung (Division), deren es 5 gibt. An der Spitze jeder Abtheilung steht ein General-Bergwerks-Inspector, welcher jedoch seinen Wohnsitz in Paris hat, und Mitglied des General-Bergwerks-Rathes ist, welcher unmittelbar dem Minister für Ackerbau, Handel und öffentliche Arbeiten untersteht. Ein General-Bergwerks-Inspector steht dem Minister als General-Secretär unmittelbar zur Seite, und zwei andere General-Bergwerks-Inspectoren, welche theils bei der Commission für die Redaction der Annales des mines u. s. w. verwendet werden, gehören ebenfalls zum General-Bergwerksrath, welcher sonach aus acht solchen Inspectoren zusammengesetzt ist.

Der ganze Personalstand der Bergbehörden in Frankreich stellt sich folgendermassen dar:

3 General-Inspectoren	1. Classe zu 4800 fl. macht	14,400 fl. Oe. W.
5	2. " " 3600 " "	18,000 " "
14 Obergeringenieure	1. " " 2400 " "	33,600 " "
14	2. " " 2000 " "	28,000 " "
61 Ingenieure in 3 Cl. zu 720 fl. 1000 fl. u. 1200 fl.		59,353 " "
15 Eleven zu 480 fl. und 720 fl.		8,400 " "
65 Aufsichtssteiger in 5 Cl. von 360—800 fl.		37,700 " "
117	Summe rund	200,000 " "

Dies macht einen Aufwand in runder Summe von etwa 200,000 fl. Rechnet man davon den Aufwand für die Aufsichtssteiger mit beiläufig 38,000 fl. als eine Oesterreich fremde Institution ab, so stellt sich der Aufwand für das eigentlich technische Beamtenpersonale über 160,000 fl. dar. Davon ist etwa ein Drittheil anderen Zwecken gewidmet, welche in Oesterreich nicht dem Bereiche der öffentlichen Bergwerksverwaltung angehören. Nach Abschlag dieses Drittels bleibt für die eigentliche Bergwerksverwaltung ein Aufwand von mehr als 110,000 fl., welcher den Kosten des Personals für die Bergregalsverwaltung in Oesterreich ziemlich gleich kommt, und mit Einrechnung der Auslagen für die Aufsichtssteiger dieselben nahezu um 25,000 fl. übersteigt.

Dies ist jedoch nur ein Theil jener Auslagen, welche für das Personal der öffentlichen Bergwerksverwaltung aufgewendet werden müssen. Der ganze Organismus der Bergbehörden, wie er eben entwickelt worden ist, wirkt mit Ausnahme dringender Bergpolizeifälle nur beaufsichtigend und beratend. Die Entscheidung in den meisten Angelegenheiten concentrirt sich im Minister, welchem der Präfect seine Berichte einschickt. Der Präfect selbst aber vernimmt vorher über alle Bergwerksangelegenheiten das Gutachten des Bergingenieurs und des Obergeringenieurs. Aber auch der Minister befragt wieder, bevor er entscheidet, den General-Bergwerksrath um sein Gutachten, so dass in den vom Minister vorliegenden Angelegenheiten meist ein dreifaches fachliches Gutachten vorliegt. Der Minister braucht jedoch für die Ausfertigung der Entscheidung ein besonderes Centralbureau, welches drei Abtheilungen umfasst: eine für Personalsachen, eine für die Bergwerksverwaltung und die dritte für das Rechnungswesen. So läuft parallel neben den bloss begutachtenden und inspizierenden technischen Bergbehörden die Hierarchie der entscheidenden Organe einher; das Geschäft der Männer von der Feder ist theilungsgeschieden von jenem der Männer vom Leder. Diese Arbeits-Abtheilung bringt allerdings in einer Richtung grössere Fertigkeit und Sicherheit hervor, allein sie bleibt auch von Einseitigkeit und leerem Mechanismus nicht frei. Dadurch, dass die französischen Bergbehörden der Bureaugeschäfte entledigt sind, kommen sie in die Lage, sich um so ungestörter mit ihren eigenen Fachwissenschaften zu beschäftigen, und sie leisten darin auch wirklich Anerkennenswerthes.

Wollte man den französischen Organismus der Bergwerksverwaltung mit dem österreichischen vergleichen, so würde man das Centralbureau des Ministers mit Einschluss des Generalbergwerksrathes der 5. Section des österreichischen Finanzministeriums, den Präfecten mit Einschluss des Obergeringenieurs den österreichischen Ober-Bergbehörden mit den gegebenen Montanfachmännern, und die französischen Berg-Ingenieure dabei jedoch wichtige Unterschiede obwalten, ist aus dem Vorausgelassenen klar.

Soll ich noch über den Werth der französischen Einrichtung ein Urtheil fällen, so kann ich nur zugeben, dass sie den französischen Zuständen und Bedürfnissen entspricht, nicht aber auch, dass sie für unsere Verhältnisse passen würde. Ein Werk aus einem Guss ist sie das Product wie im antiken Staate, grösstentheils von der Staatsgewalt absorbiert wird, nur dass dort das ganze Volk zur Theilnahme an der Regierung berechtigt war, während hier nur eine vom Monarchen abhängige Bureaukratie das Staatsruder führt. Doch lässt sich nicht verkennen, dass die Zwischenglieder der Obergeringenieure nicht wesentlich sind, nachdem dem Präfecten freigestellt ist, sich an den Ingenieur unmittelbar zu wenden. Es scheint, dass man diess in Frankreich selbst einsieht, weil man einzelnen Obergeringenieuren die Verwaltung der Reviere übertragen hat, wodurch sie zu Ingenieuren mit höherem Rang und Gehalt gestempelt wurden.

Eben so hat das dreifache Verhältniss der untern Bergbehörden zu ihren technischen Vorgesetzten, zu den Präfecten und zu den Oberprocuratoren manches Missliche, da Collisionen dabei kaum vermieden werden können.

In Oesterreich, wo eine so straffe Centralisation nicht besteht und nicht bestehen kann, wie sie in Frankreich Bedürfniss ist, könnte daher die französische Einrichtung der Bergwerksverwaltung auch keinen Boden finden. Oesterreich, wo der Staat vom gesammten Bergbau fast ein Drittheil in seinem Besitze hat, und zur Verwaltung seiner eigenen Bergwerke an 1000 Beamte, 1400 Aufseher und über 38,000 Arbeiter besoldet, kann eine Bergwerksverwaltung nicht brauchbar sein, wie sie Frankreich besitzt, wo der Staat fast keinen eigenen Bergbau betreibt. Auch war es durchaus nicht meine Absicht, hier die französische Organisation als mustergiltig zu empfehlen, sondern ihnen nur das eigenthümliche Wesen derselben klar zu machen. Ist mir dies gelungen, dann ist meine Absicht erreicht.

Herr Ministerialrath A. Wisner ersuchte um eine kurze Uebersicht der Grundsätze der französischen Berggesetzgebung, worauf Freiherr von Hingenau sich erbietet, einen Cyclus von Vorträgen über diesen Gegenstand zu halten, im Falle sich Freunde hiezu finden würden. —

Vereinssecretär F. M. Friese gab bekannt, dass die Berichte über die Verhandlungen am 9. und 23. Jänner im Jännerhefte der Vereinszeit-

schrift abgedruckt wurden, und Separatabdrücke derselben sämmtlichen Theilnehmern dieser Versammlungen auf Verlangen zu Gebote stehen. Der Vereinssecretär theilte hierauf einige practische Anfragen mit, welche veranlasst durch die früheren Verhandlungen der bergmännischen Abtheilung eingelangt waren.

Die erste wurde von dem berühmten Pianoforte-Fabrikanten Herrn Streicher gestellt, welcher darauf aufmerksam machte, dass es sehr erwünscht sein würde, eine Metalllegirung zu finden, welche bei verhältnissmässig billigem Preise eine solche Ductilität und Festigkeit besässe, dass sie in dünnen Drähten zum Ueberspinnen der tiefen Bassseiten verwendet werden könnte. Die hiezu üblichen Kupfer- und Messingdrähte stehen ziemlich hoch im Preise; Bleidraht hat die unangenehme Eigenschaft, dass er sich beim Spinnen ganz zerzieht, d. h. die Gleichheit der Stärke verliert, und die mit andern Drähten, z. B. abgebranntem Eisen-Draht, angestellten Versuche sind bisher ohne günstigen Erfolg geblieben. Die grosse Ductilität des jüngst besprochenen leichtflüssigen Wood-Metall'es lässt jedoch hoffen, dass es andere billigere Metall-Verbindungen geben dürfte, welche dem bezeichneten Zwecke vollständig entsprechen. Da die Pianofortefabriken in Wien allein jährlich ein paar hundert Centner solcher Ueberspinnendrähte verbrauchen, so dürfte es der Mühe werth sein, diesen Gegenstand practisch zu verfolgen.

Die zweite Frage kam von einem practischen Fachgenossen in einem der wichtigsten Bergreviere, und ist bergrechtlicher Natur: „Kann das allgemeine Schurfgebiet kleiner sein, als der darauf begründete Freischurfbereich?“ Der Fragesteller glaubt, dass diese Frage nur dann bejaht werden könne, wenn sowohl Freischurfzeichen als Einbau im allgemeinen Schurfgebiete liegen. Es seien z. B. im Gebiete einer Gemeinde zwei an einander stossende Freischurfbereiche A und B; A sei der ältere, der Besitzer habe aber die allgemeine Schurfbewilligung nur für einen Bezirk, dessen Grenze von seinem Freischurfzeichen über 112° absteht; B habe dagegen die allgemeine Schurfbewilligung für das ganze Gemeindegebiet. Wird nun B fündig, und A zur Streckung seines Vorbehaltsfeldes aufgefordert, so müsste dieses auf ein Gebiet zu liegen kommen, für welches A gar keine allgemeine Schurfbewilligung erlangt hatte, was doch den gesetzlichen Bestimmungen widerspräche, indem der Freischurf selbst und um so mehr das darauf begründete Vorbehaltsfeld jedenfalls eine allgemeine Schurfbewilligung voraussetzen. Der Fragesteller glaubt daher, dass der Freischurf A ungiltig sei.

Freiherr von Hingenau bezweifelte die Möglichkeit des vorgetragenen Falles, weil der Freischurfwerber ja zugleich mit der Anmeldung seines Freischurfes die hiezu nöthige allgemeine Schurfbewilligung erbitten könne, und die Unterlassung dieses höchst einfachen Ansuchens im vorliegenden Falle ganz unbegreiflich wäre.

Im Laufe der weiteren Besprechung wurde die Ansicht ausgesprochen, dass die Giltigkeit des Freischurfes A allerdings sehr fraglich sei, dass aber die Streckung eines Grubenfeldes desshalb, weil ein kleiner Theil desselben ausserhalb des allgemeinen Schurfgebietes fällt, kaum bestritten werden könnte\*).

Herr F. M. Friese legte weiters einige seltenere und wenig bekannte Münzen vor, nämlich einige russische Platinmünzen, deren Prägung bekanntlich nach kurzer Dauer wieder eingestellt worden ist; dann einige Exemplare der neuen Scheidemünzen (Cents) der Vereinigten Staaten von Nordamerika, endlich chinesische Scheidemünzen, welche aus einer messingähnlichen Composition gegossen, roh abgeteilt und in der Mitte durchlöcherth sind, um an Schnüren angehängt zu werden. Die nordamerikanischen Cents wurden von dem k. k. General-Probiramts-Adjuncten Herrn Franz Hillebrandt analysirt, und in 100 Theilen gefunden.

Kupfer	85.14
Nickel	13.90
Eisen	0.90
Summe	99.63

In Betreff der chinesischen Scheidemünzen finden sich in Kopp und Will's Jahrbuch für 1858 mehrere Analysen von J. A. Genth (aus Journal of the Franklin Institute XXXVI. 261), nach welchen dieselben

\*) Der Berichterstatter hat Nachricht von einem Falle der letzteren Art erhalten, in welchem das mit einem kleinen Theile über die Grenze des allgemeinen Schurfgebietes gestreckte und desshalb angefochtene Grubenfeld von Seite der Ober-Bergbehörde bestätigt wurde.

meistens aus 59—62% Kupfer, 26—35% Zink, 1—6% Blei, und geringen Mengen von Zink, Eisen und Nickel bestehen. Es scheint, dass bei der Anfertigung derselben keine genau bestimmten Verhältnisse der Bestandtheile beachtet, oder sehr unreine Materialien verwendet werden.

Herr F. M. Friese gab sodann eine Uebersicht der österreichischen Bergwerksproduction, ihrer Vertheilung nach den einzelnen Producten und Kronländern und ihrer Bewegung und Fortschritte in den letzten vier Decennien, indem er zugleich die verschiedenen Verhältnisse durch graphische Darstellungen erläuterte. Um nur die Hauptmomente hervorzuheben, betrug der Werth der gesammten österreichischen Bergwerksproduction im Jahre 1859 rund 42.5 Millionen Gulden, wovon auf edle Metalle 5.3, auf Roheisen 21.5, auf Mineralkohlen 8.7, und auf die übrigen Mineralien zusammen 7 Millionen entfielen. Im Durchschnitte der letzten fünf Jahre lieferten die producirten edlen Metalle 12.2%, Eisen 52.1, die Kohlen 19.6 und alle anderen Mineralien zusammen 16.1 Procent des Gesamtwertes der österreichischen Bergwerksproduction. Die Eisenproduction allein liefert daher mehr als die Hälfte, und mit der Kohlenproduction zusammen nahe  $\frac{3}{4}$  des Werthes der ganzen Bergwerks-Ausbeute.

Im Jahre 1823 belief sich der Gesamtwert der Bergwerksproducte nur auf 10.5 Millionen Gulden, wovon auf die edlen Metalle nahe 30%, auf Eisen 38, auf Kohlen 11.5 und auf die übrigen Mineralien 20.5 Procente entfielen.

Der absolute Werth der gesammten Production ist folglich seither auf das Vierfache gestiegen; hiezu hat aber hauptsächlich die bedeutende Zunahme der Eisen- und Kohlenproduction beigetragen, während die Ausbeute an edlen Metallen und anderen Mineralien weit weniger zunahm.

Von dem Gesamtwert der österreichischen Bergwerksproduction im Jahre 1858 entfielen auf

Ungarn	9.5 Millionen Gulden
Böhmen	8.9 „ „
Steiermark	7.7 „ „
Kärnten	3.2 „ „
Mähren	2.7 „ „
Siebenbürgen	2.0 „ „
Schlesien	1.7 „ „
Banat	1.7 „ „
Krain	1.4 „ „

auf die übrigen Kronländer weniger als je eine Million Gulden.

Auf 1000 Einwohner entfielen in Obersteiermark 35.055 fl., in Kärnten 8622 fl., im Prager Kreise 7688 fl., in Böhmen durchschnittlich 1886 fl., in Oberungarn 3642 fl., in ganz Ungarn 1172 fl. u. s. f.

Wochenversammlung am 16. März 1861.

Vorsitzender: Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Herr A. Schefczik, Telegraf-Ingen. der Kais. Ferdinands-Nordbahn, theilte mehrere physicalische Notizen mit. Die erste betraf die bekannte Erscheinung, dass eiserne Wasserleitungsröhren durch organische Stoffe nicht dauerhaft gedichtet werden können. Das Eisenoxyd gibt nämlich, wie Culmann fand, schon bei niedriger Temperatur einen Theil seines Sauerstoffes an die organischen Körper ab, während es wieder neuen aus der Luft aufnimmt, so dass es eine Quelle fortgesetzter Verbrennung der damit in Berührung stehenden organischen Stoffe wird. Hieraus erklärt sich die zerstörende Wirkung der Rostflecken in der Wäsche, das Mürbewerden des Schiffsholzes an den Stellen, wo eiserne Nägel stecken u. s. f.

Eine weitere Mittheilung bezog sich auf die Erscheinung, dass von zwei in einem Gefässe über einander geschichteten Flüssigkeiten von verschiedenem specifischem Gewichte bei Schwingungen des Gefässes die obere Schichte in der regelmässigen Lage zum Aufhängungspuncte verbleibt, während die untere Schichte ganz eigenthümliche Schwingungen annimmt.

Herr Ingenieur J. Favero hat für diese von B. Franklin im Jahre 1762 zuerst bemerkte, bisher jedoch noch nicht erklärte, Erscheinung eine vollständige Erklärung gefunden, welche Herr A. Schefczik durch graphische Darstellungen und Versuche mit einem eigens vorgerichteten Pendel erläuterte. Wird nämlich am unteren Ende eines Pendels ein schwerer Körper, z. B. eine Eisenstange, in ihrem Schwerpunkte leicht bewegbar angebracht, so wird dieser Körper bei den Schwingungen des Pendels nicht denselben folgen, sondern in jeder Stellung eine

parallele Lage einnehmen. Obige von B. Franklin beobachtete Erscheinung wurde auf bekannte mechanische Gesetze zurückgeführt, und es haben dabei die Trägheit der flüssigen Masse, und die Reibung an den Gefäßwänden den meisten Einfluss. Eine genaue Erklärung der obgedachten Erscheinung kann hier übrigens nicht mitgetheilt werden, weil diese von zahlreichen Factoren abhängt, deren Entwicklung hier zu weit führen würde.

Zum Schlusse gab Herr A. Schefczik eine Skizze der wichtigen Resultate, welche von den Professoren Kirchhoff und Bunsen in Heidelberg durch ihre Spectral-Analysen erhalten wurden. Die Genannten fanden nämlich mit Hilfe eines eigenen Apparates, dass jeder der chemischen Grundstoffe, aus welchen die Erde zusammengesetzt ist, ein eigenenthümliches genau erkennbares Spectrum gebe, so zwar, dass das Vorhandensein eines oder mehrerer chemischer Elemente in irgend einem in die Bunsen'sche Flamme des Apparates gebrachten Körper durch das hervorgebrachte Spectrum genau constatirt werden kann, eine Entdeckung von hoher Wichtigkeit für die Chemie wie selbst für die physikalische Astronomie, indem auch brennende Gase ganz eigenthümliche Spectra geben. Herr Schefczik erläuterte diese Mittheilung durch Vorzeigung einer in Farben ausgeführten Darstellung der Spectra verschiedener Grundstoffe, welche mit einer erklärenden Broschüre in Herrn C. A. Lenoir's Verlag erschienen ist, und schloss mit der Nachricht, dass Herr Lenoir hier eben heute die ersten zwei Exemplare des Kirchhoff und Bunsen'schen Apparates erhalten habe.

Herr Ingenieur Pius Fink theilte die neuesten Erfahrungen über die praktische Anwendung seiner Torsions-Federn bei Eisenbahnwagen, Omnibus und anderen Fuhrwerken mit, indem er zugleich die bezüglichen Zeichnungen vorlegte. Einen wesentlichen Vortheil gegen die bisher bei Fuhrwerken üblichen Federn gewähren diese Torsionsfedern dadurch, dass sie bei gleicher Leistung nur halb so schwer sind als die ersteren. Mehrere mit Torsionsfedern ausgerüstete Omnibus befahren schon seit längerer Zeit die Strassen Wiens mit vollkommen entsprechendem Erfolge.

Herr Sectionsrath P. Rittinger sprach über einen von dem österr. Ingenieur Herrn A. Pech, Director der Kohlenzeche Ver. Präsident zu Bochum, erfundenen neuen Dampfzuführungs-Regulator.

In der Zeichnung auf Bl. Nr. 9 stellt *b c* die Drosselklappe des Dampfzuleitungsrohres *R* vor, und es ist auf deren Achse *a* eine Scheibe befestigt. Eine schwache auf die Scheibe aufgelegte Kette trägt auf der einen Seite das Gewicht *d*, mit dem andern Ende dagegen ist dieselbe am Hebel *e f* bei *e* befestigt. Das untere gegabelte Ende *f* dieses Hebels umfasst die Regulatorachse, welche in den Lagern *g* und *h* verschiebbar umläuft und ungefähr 600 Umdrehungen in der Minute macht. Zwischen den beiden Lagern ist die Riemenscheibe *i* und am Ende der Achse das Flügelrad *k* aufgekittet, dessen windmühlenflügelartig gestellten 4 Schaufeln die Luft vor sich zusammendrücken und dadurch der Achse das Bestreben mittheilen, sich in der Richtung von *k* nach *f* zu verschieben. Das Flügelrad läuft in einem Gehäuse, welches an dem einen Ende geschlossen ist, von wo aus der gepresste Wind zur allfälligen weiteren Benützung fortgeleitet werden kann. Das ganze ruht auf einer durchbrochenen Grundplatte *l m*. Die Bewegung wird von der Schwungradachse oder der Transmissionswelle mittelst der Riemen *o p* auf die Riemenscheibe *i* übertragen, die treibende Riemenscheibe muss daher so breit sein, dass der Riemen davon nicht herabfällt, wenn die kleine Scheibe *i* hin und her geht.

Wenn die Maschine still steht, so öffnet das Gewicht *d* die Doppelklappe ganz, und schiebt die Achse des Regulators nach rechts, bis die Nabe der Riemenscheibe *i* an das Lager *h* anstösst. Sobald die Maschine angelassen wird, macht sie ein paar rasche Hube, wodurch das Flügelrad in schnelle Bewegung versetzt, die Luft vor sich zusammenpresst, und die Achse des Regulators nach links geschoben, somit die Drosselklappe soweit geschlossen wird, bis diejenige Geschwindigkeit der Maschine erreicht ist, bei welcher das Gewicht *d* dem Luftdrucke hinter dem Flügelrade das Gleichgewicht hält. In  $\frac{1}{2}$  Minute nach dem Anlassen ist die Maschine in regelmässigem Gange. Von der Schwere des Gewichtes *d* hängt es ab, mit welcher regelmässigen Geschwindigkeit sich die Maschine bewegen soll, und es ist sehr leicht, diese Geschwindigkeit nach Erforderniss zeitweise durch Auflegen oder Abnehmen von Gewichtsplatten bei *d* zu vermehren oder zu vermindern.

Herr P. Rittinger bemerkte, dass auch auf der Pariser Aus-

stellung 1855 ein aerostatischer Regulator (von Bourdon) zu sehen war, welcher aus einem kleinen mit der Schwungradwelle verbundenen doppelt wirkenden Cylindergebläse bestand \*), dass aber Herrn A. Pech's Regulator doch jedenfalls in der Construction neu sei, und vor dem Bourdon'schen den Vorzug besitze, dass er keiner Kolbenliederung bedürfe.

Herr Inspector Alexander Strecker sprach über eine Construction bei Dampfkesseln, wodurch diese gegen die schädliche Einwirkung des Feuers geschützt werden sollen. Bekanntlich sind es vorzugsweise die unmittelbar über dem Roste liegenden Kesselplatten, welche fortwährend Reparaturen unterliegen, während die vom Roste liervon sind theils die höhere Temperatur des Feuers in der Nähe des Herdes, theils die Ablagerung von Schlamm und Kesselstein gerade über den am meisten geheizten Flächen, wodurch der Wärmedurchgang bedeutend vermindert wird — Das beste Mittel nun, um die am meisten dem Feuer ausgesetzten Kesselplatten vor schneller Zerstörung zu bewahren, ist die schnellere Abkühlung von innen, welche durch Bewegung des Wassers erzielt wird.

Vor einigen Jahren beabsichtigte ein Ingenieur auf der Gloggnitzer Bahn, das Wasser innerhalb des Kessels mit Hilfe der Gewichts-Differenz in Circulation zu setzen um hier gewissermassen die Heizfläche zu vermehren, der Versuch führte jedoch zu keinem günstigen Resultate.

Herr Director G. Haswell wendet eine mechanische Einrichtung an, um eine rasche Bewegung des Wassers zu erzielen. Durch ein kleines, innerhalb des Kessels angebrachtes aber von aussen getriebenes, Kreiselrad wird nämlich fortwährend von den rückwärtigen Theilen das Wasser nach vorne geschafft, und hiedurch die am meisten erhitzten Platten abgekühlt, zugleich aber auch die Entwicklung des Dampfes aus dem Wasser befördert. Die Erfahrung zeigte, dass durch diese Einrichtung eine merkliche Schonung der vorderen Kesselplatten, und eine bedeutende Erhöhung der Dampferzeugung, daher auch eine Ersparniss am Brennstoff, erzielt werden. Gleichzeitig dient dieser Apparat aber auch, um den Schlamm aus dem Kessel herauszuschaffen, indem derselbe durch die erregte Circulation des Wassers in Schlammsäcke (am Kessel vertical nach abwärts angebrachte Cylinder von etwa 15 Zoll Weite, unten mit einem Auslasswechsel versehen) geführt und aus diesen periodisch weggehoben werden kann. In den Werkstätten der priv. Kaiserin Elisabeth-fabrik wird diese Einrichtung an den stabilen Dampfkesseln soeben ausgeführt.

Herr Ingenieur C. Kohn bestätigte, dass sich eine ähnliche Einrichtung an einem Dampfkessel von 40 Pferdekraften mit bestem Erfolge bewährte.

Versammlung der Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen am 20. März 1861.

Vorsitzender: Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Der Vereinssecretär F. M. Friese erstattete Bericht über den seit Anfang l. J. eingeleiteten Umlauf technischer Zeitschriften bei bergmännischen Lesekreisen in den Kronländern.

Für diesen Umlauf waren von Freunden des vaterländischen Bergwesens ursprünglich (Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1860 Nr. 52) acht deutsche Fachzeitschriften gewidmet worden:

1. Berg- und hüttenmännische Zeitschrift von Bornemann und Kerl;
2. Allgemeine berg- und hüttenmännische Zeitschrift von C. Hartmann;
3. Wochenschrift des schlesischen Vereines für Bergwesen;
4. Bergwerksfreund;
5. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate;

6. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure;

7. Dingler's polytechnisches Journal;

8. Polytechnisches Centralblatt.

Ausserdem war die Zugabe einer englischen oder französischen Fachzeitschrift, im Falle die theilnehmenden Lesekreise eine solche wünschen sollten, nach eigener Wahl derselben angeboten worden.

\*) Kurze Mittheilungen über die Berg- und Hüttenmännisch wichtigeren Maschinen und Baugegenstände bei der allgemeinen Industrie-Ausstellung zu Paris im Jahre 1855, von P. Rittinger, k. k. Sectionsrath etc. Wien, k. k. Staatsdruckerei 1855. Seite 19.

Zur Theilnahme an der Benützung der bezeichneten acht Zeitschriften haben sich in der festgesetzten Frist 4 Lesekreise, zusammen mit 76 Theilnehmern, gemeldet, nämlich:

- einer zu Schemnitz mit 21 Theilnehmern, vertreten durch den k. k. Pochwerks-Inspector Herrn Fr. Rauert;
- einer zu Prevali mit 10 Theilnehmern, vertreten durch Herrn Bergverwalter A. von Webern;
- einer zu Oravitza mit 30 Theilnehmern, vertreten durch Herrn Oberverwalter Fr. von Czekelius;
- einer zu Reschitza mit 15 Theilnehmern, vertreten durch Herrn Hütteningenieur J. Bažant.

Zwei verspätet angemeldete Lesekreise (einer in Ungarn und einer in Böhmen) konnten nicht mehr berücksichtigt werden.

Die Zugabe einer fremden Fachzeitschrift wurde nur von dem kleinsten der 4 genannten Lesekreise als erwünscht bezeichnet, von den anderen aber mit Stillschweigen übergangen, und ist deshalb vorläufig andernorts nicht mitgeteilt worden, indem von Herrn Dr. Ferdinand Stamm Schriften auf 10 erhöht worden, indem von Herrn Dr. Ferdinand Stamm Schriften auf 10 erhöht worden, indem von Herrn Dr. Ferdinand Stamm Schriften auf 10 erhöht worden, und 1 Exemplar seines Journals „die neuesten Erfindungen“, und vom Vereins-Secretär F. M. Friese 1 Exemplar des „Berggeist“ zu diesem Zwecke gewidmet wurden.

Der Umlauf der Zeitschriften wird nun in der Art bewerkstelligt, dass am 1. jeden Monats von Wien an jeden der 4 theilnehmenden Lesekreise (unter Adresse des Vertreters) eine Partie bestimmter Zeitschriften mit einer Versendungskarte über die Ordnung des weiteren Umlaufes derselben versendet wird. Ebenso befördert jeder Lesekreis am 1. jeden Monats die im vorhergehenden Monate erhaltene Partie Zeitschriften an einen bestimmten anderen Lesekreis weiter. Jeder Lesekreis ist daher auch einen Monat (weniger der Versendungszeit) im Besitze der Zeitschriften, welche nach vollendetem Umlaufe bei jenem Lesekreise, welchem sie zuletzt zukommen, bis auf weiteres verwahrt werden.

Der Vereins-Secretär legte hierauf mehrere neue technische Publicationen zur Ansicht vor, und theilte zum Schlusse eine Mittheilung des Herrn Carl Polley mit, worin derselbe verschiedene Erzeugnisse seines Etablissements zur Erzeugung von Theer-Destillations-Producten in Simmering bei Wien (Comptoir Wien, Stadt 924) empfahl, als:

Bergwerks-Schmiere in festem und flüssigem Zustande, nach dem für Herrn Civil-Ingenieur Paul Wagenmann patentirten Verfahren aus mineralischem Oel und Fettstoffen fabricirt. Dieselbe ist in Cornwallis und Wales in England, unter dem Namen: Naphtalin Grease, zum Schmieren der Förderwagen schon lange Zeit allgemein bekannt und benützt, und hat nicht die so unangenehmen harzigen Eigenschaften des belgischen Patentfettes, welches aus Colophonium bereitet wird.

Der Preis derselben ist, ganz entsprechend dem englischen Preise von: L. 7 pr. Ton, auf Oe. W. fl. 7 pr. netto Wiener Centner und 60 kr. Emballage, netto comptant, gestellt.

Für Wasserhaltungs- und Betriebsmaschinen empfiehlt Herr Polley weiters:

Paul Wagenmann's k. k. aussch. priv. Lubricating Oil und Grease, ersteres für die kalt laufenden Theile, letzteres für die Dampfkolben und Schieber, zum Preise von: Oe. W. fl. 30 pr. Wiener netto Centner und Oe. W. fl. 1.50 für Emballage.

Ebenso werden empfohlen:

Asphalt-Eisenfarbe, zum Dachanstriche von eisernen Dächern, pr. netto Centner fl. 8;

Asphalt-Theer, Dachfarbe zum Anstriche für Papp- und Filzdächer Oe. W. fl. 2 pr. Wiener Centner, und schliesslich:

Creosot, zur Präparation von Gruben-Holz, Schindel- und Creosot-Natron, zum Anstriche von Bau-, Schindel- und ebenfalls Gruben-Holz, beide sichere Mittel gegen Wurmfrass, Schwamm und Faulniss, und zwar erstes mit Oe. W. fl. 4, letztes aber mit Oe. W. fl. 6 pr. Wiener Centner netto berechnet. —

Herr Alexander Löwe, Director der k. k. Porzellanfabrik in Wien, hielt einen Vortrag über die Untersuchung feuerfester Thone auf ihre practische Verwendbarkeit, welchen wir nachfolgend vollständig mittheilen.

Die so häufige Anwendung von feuerfesten Materialien in der Technik hat die besondere Untersuchung der bezüglichen Thongattungen für practische Zwecke hervorgerufen. Dass hiezu die chemische Bestandtheile allein nicht ausreichen, selbst wenn die Ermittlung sämtlicher Bestand-

theile mit grösster Genauigkeit bewerkstelligt würde, geht aus den stets gleichzeitig sich kundgebenden Wünschen der Herren Techniker hervor, einen practischen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Thone zu haben, und das Verhalten im Feuer kennen zu lernen, wodurch eigentlich erst ihr technischer Werth constatirt würde. In diese Gelegenheit ist die k. k. Porzellanfabrik oftmals gekommen, und es liess sich eine grosse Anzahl von Localitäten aus allen Gegenden der Monarchie herzhafen, wo Thone vorkommen, die auf ihre Feuerbeständigkeit untersucht worden sind. In der That bietet auch eine Porzellanfabrik mit den verschiedenen zu Gebote stehenden Temperaturs-Abstufungen vom Verglühbrande durch das Emailfeuer bis zum Starkbrande im Porzellanofen eine ausgiebige und constante Wärmequelle für derartige Versuche dar. Darauf gestützt war auch das zur Bestimmung der Feuerfestigkeit bei den verschiedenen Thongattungen befolgte Verfahren nachfolgendes:

Der Thon wurde getrocknet, in der Reibschale zerrieben, das Pulver in eine kleine Kapsel von feuerfestem Thon gebracht, mit einem Deckel verschlossen, und diese Vorrichtung in das Einsetzloch der vorderen Brust des Ofens, welche aus feuerfesten Ziegeln aufgemauert ist, gestellt. Dort machte die Probe den ganzen Starkbrand während 18—20 Stunden durch, und wurde hernach durch eine gleiche Zeitdauer dem Auskühlen überlassen. Schon der erste Blick auf die aus dem Ofen kommende Probe gibt ein entscheidendes Resultat; denn ist der Thon nicht feuerfest, so ist das erdige Pulver zu einem dunkelgefärbten Glase geschmolzen, während eine feuerfeste Gattung sich bis auf die Farbe nicht wesentlich verändert; die Probe ist bei feuerfestem Thone pulverförmig geblieben, oder nur zusammengesintert, so dass sie sich zwischen den Fingern zerreiben lässt, und ist porös, so dass sie mit Wasser benetzt, dasselbe begierig einsaugt. Zwischen diesen beiden Endpunkten liegen freilich viele Uebergangsstufen, und je mehr sich diese einander nähern, desto schwieriger wird die Entscheidung, aber Uebung verleiht auch hierin Sicherheit. Diese Bestimmungsmethode der Feuerfestigkeit einer Thongattung kann für jede derselben als eine absolute gelten, insofern ihr Resultat auch noch weiter im Grossen verfolgt werden kann, dass nämlich, wo das Materiale davon in grösserer Menge zur Probe vorhanden ist, etwa 20—25 Pfund, auch daraus verfertigte Ziegel zur Prüfung im Feuerraume des Starkbrandes im Porzellanofen aufgestellt werden, um die Wirkung des Feuers an den verschiedenen Stellen des Ofens darnach beurtheilen zu können. Diese Versuche lassen sich aber auch insofern weiter ausdehnen, als auch zur Verbesserung der Qualität noch Zusätze von anderen Thongattungen, Chamotte, Quarzpulver u. s. w. gemacht werden, welche aus der Praxis entnommen, ein günstigeres Resultat erwarten lassen.

Bis hieher wurde nur der Vorgang beschrieben, wie solche Prüfungen von Thonen auf ihre Feuerfestigkeit in hiesiger Porzellanfabrik vorgenommen worden sind. Von Interesse ist daher der im diessjährigen 1. Januarhefte des polytechnischen Journals von Dingler enthaltene Aufsatz von Dr. Carl Bischof über ein practisches Verfahren zur Bestimmung der Güte feuerfester Thone, besonders in Hinsicht der Strengflüssigkeit.

Nach demselben ist die Frage: welchen Hitzegrad hält ein Thon aus ohne zu schmelzen? insofern die wesentlichste, als in dieser Hinsicht durch einfache Mittel nur selten eine Verbesserung zu bewirken ist. Bischof hat nun, um eine annähernde Bestimmung in dieser Beziehung zu erzielen, einen sehr rationellen Weg verfolgt, ohne sich der bekannten pyrometrischen Hülfsmittel, wie Metalle oder Metalllegirungen zu bedienen.

Er wendet zur Beurtheilung der Schmelzbarkeit eines Thones gereinigtes Quarzpulver, als eine in der bis zum völligen Weissglühen gesteigerten Hitze unschmelzbare, höchstens zusammensintende, Substanz an, und zwar ist, um ein gleich strengflüssiges, d. h. nur mehr oder weniger sintendes Gemenge zu erhalten, von dem Quarzpulver um so mehr zu nehmen, je leichtflüssiger der Thon ist, und so umgekehrt. Je strengflüssiger also ein Thon an und für sich ist, eine um so geringere Menge Quarz vermag dieser zur Schmelzung zu bringen. Dabei ist der in Anwendung kommende Feuersgrad von Einfluss, indem bei zur hohen Weissglühhitze gesteigerter Temperatur die besten feuerfesten Thone mit dem Quarzpulver zusammenfliessen, während eine Hitze, die heller Rothglühhitze sich nähert aber unter völliger Weissglühhitze bleibt, sowie sie bei den stärksten Feuerungen stattfindet, die entsprechende Temperatur gibt, und insofern auch einer practischen Bestimmung entspricht.



Was die Ausführung der Probe selbst betrifft, so bietet sie keine Schwierigkeiten dar; es ist die grösste Gleichmässigkeit im Mengen und Glühen der Bestandtheile erforderlich; sie müssen ausserdem auf das feinste zerrieben sein, und die Probe muss unter gleichen Bedingungen und Verhältnissen der Einwirkung des Feuers ausgesetzt sein. Bischof hat zu diesem Zwecke kleine Cylinder von circa 3 Linien Durchmesser und 6 Linien Höhe gewählt, welche aus dem zum feinsten Pulver zerriebenen Gemenge von Thon und Quarz geformt wurden. Dieses Gemenge wurde nach verschiedenen Volumen-Verhältnissen zusammengesetzt, die sich im Verlaufe der Versuche als die zweckmässigsten ergeben hatten, und zwar auf 1 Volumen des Thonpulvers das 1-, 2-, 3-, 4-, 6-, 8- und 10fache des gereinigten Quarzpulvers, und hiervon wurden gleiche Mengen zur Bildung jener sieben kleinen Cylinder genommen, die auch darnach die entsprechenden Probennummern erhielten. Das hier in Anwendung gebrachte Verfahren basirt sich auf die Vergleichung mit einer als Normalthon angenommenen Thongattung, und kann somit als eine relative Probe angesehen werden, welche den Werth eines anderen Thones durch die Zusammenstellung der Resultate von zwei unter denselben Bedingungen geprüften Thongattungen erkennen lässt. Dieser Normalthon ist natürlich Sache der Erfahrung. Bischof hat hierzu einen schottischen Thon von Jarnkirk gewählt, und damit die vergleichenden Versuche eines belgischen Thones von Wierde bei Namur, eines hessischen von Münchenberg bei Cassel, und eines rheinischen Thones aus der Gegend von Coblenz angestellt. Es wurden nämlich jedesmal die sieben Normalcylinder des besagten schottischen Thones ungebrannt mit den sieben Cylindern des zu prüfenden Thones in einem geschlossenen 2" hohen und  $\frac{3}{4}$ " weiten Schmelztiegel in einem sogenannten Devil-le'schen Ofen mit Doppelgebläse 12 Minuten lang einer Hitze ausgesetzt, in welcher Gussstahl in den Tiegel eingebracht, vollkommen zum Fluss gekommen war. Auf gleiche Wand- und Deckeldicke des Tiegels, auf möglichst gleichförmige Anordnung der den beiderseitigen Proben entsprechenden Nummern, und zwar mit den niedrigen Nummern unten in dem Tiegel anfangend, wurde besondere Rücksicht genommen; Bischof hat jedesmal die Versuche wiederholt, und nur bei gleichem Ansehen der Proben sich für berechtigt gehalten, ein Schlussresultat daraus zu ziehen. Bei der nun folgenden Vergleichung hat man darauf zuerst zu sehen, welche Proben unter Nr. 1 des Normalthones zu setzen sind, d. h., welche mit einer gleichzeitigen Veränderung sich aufgebläht haben; dann untersucht man, ob die nächste höhere Probe mehr glasirt oder dichter sich zeigt wie Nr. 1 des Normalthones. Ist das der Fall, so vergleicht man die nächsten höheren u. s. w., bis man zu der Probe kommt, welche sich gleich verhält. Im Falle keine Übereinstimmung, hat man darauf zu achten, welche Probe mehr und welche weniger strengflüssig als Nr. 1 des Normalthones sich zeigt, wodurch annäherungsweise eine Schätzung sich ergibt.

Es lässt sich diese empirische Bestimmungsmethode der Strengflüssigkeit der Thone in folgenden Worten zusammenfassen: Die Menge Quarzpulver, welche einem Thon beigemischt werden muss, um dessen Unschmelzbarkeit in einem gewissen Grade zu erzielen, gibt ein Maass für die Strengflüssigkeit des Thones.

Als besonders geeignet ist diese Methode für eine Reihe relativ gleich zusammengesetzter Proben anzusehen; selbst bei Thonen, die einander in Hinsicht der Strengflüssigkeit sehr nahe stehen, ist sie anwendbar; auch über die Fettigkeit oder Magerkeit der Thone, d. h. über die Menge des Zusatzes, den ein Thon zu binden vermag, gibt die Methode Aufschluss; von 2 gleich strengflüssigen Thonen, von denen einer bindender als der andere ist, ist dem mehr bindenden wesentlich der Vorzug zu geben, und umgekehrt.

Um nun der so eben beschriebenen Methode des Dr. Bischof noch näher zu kommen, erlaube ich mir in der Vergleichung mit der hier in der k. k. Porzellanfabrik in Anwendung stehenden Probe fortzufahren. Sie beruht auf der Erfahrung, dass das Pulver irgend eines Körpers, wenn es geblüht wird, in einer Temperatur, in welcher die einzelnen Theile keine Schmelzung erleiden, zusammenhanglos und zerreiblich bleibt, dagegen an Zusammenhang gewinnt und an Zerreiblichkeit verliert, je grösser der Grad der Erweichung der einzelnen Theile war. Da nun jener Thon feuerfest genannt wird, welcher in einer hohen Temperatur, z. B. jener eines Porzellanofens, unschmelzbar bleibt, so könnte man mit Recht jenen

Thon als um so feuerfester erklären, dessen Pulver nach dem Glühen im Porzellanofen zerreiblich blieb.

Die vorliegenden Thone zeigen dieses verschiedene Verhalten im Feuer (der Herr Sprecher zeigte mehrere Proben vor).

Nr. 1 ist der als vorzüglich feuerfest bekannte Hauptthon (Tachet) von Göttweih;

Nr. 2 ein minder feuerfester Thon aus derselben Gegend;

Nr. 3 eine noch geringere Gattung von eben daher;

Nr. 4 ein Thon aus der Gegend von Thallern.

Ausser der Zerreiblichkeit gibt sich hierbei die Abnahme der Feuerfestigkeit auch noch durch die Veränderung der Farbe zu erkennen. So lange die Zusammensinterung nicht bedeutend war, bleibt das Eisen als Eisenoxyd; ist dieselbe aber stärker, wie bei Nr. 4, wo schon eine theilweise Schmelzung eintritt, wird das Eisenoxyd in Oxydul verwandelt, und die Farbe des Thones erscheint dann grau.

Man erhält also dadurch eine gute Schätzung der Feuerfestigkeit, indem die Classifizirung eines Thones: zwischen den Fingern leicht zerreiblich, zerreiblich, schwer zerreiblich und nicht mehr zerreiblich — für die Feuerfestigkeit hinreichend bezeichnend sein dürften, wie auch eine grosse Anzahl solcher Untersuchungen den Werth dieser Methode bewährt haben. Die Methode des Dr. Bischof bietet aber einen Vorzug vor der eben erwähnten dar, welcher darin besteht, dass durch Zusatz des Quarzpulvers die Schmelzbarkeit eines Thones ersichtlicher gemacht wird.

Vielseitige Versuche haben bestätigt, dass bei Mischungen von Kalk, Porzellanerde (Zettlitzer) und Quarz die grösste Schmelzbarkeit erreicht wurde, wenn das Verhältniss der Zettlitzer Erde zum Quarz gleich war. Bei Abnahme des Kaolins und Zunahme des Quarzes oder umgekehrt wurden die Mischungen unschmelzbarer; mehr noch bei Zunahme von Quarz als bei Zunahme der Zettlitzer Porzellanerde.

Es wurden nämlich folgende Zusammensetzungen gemacht:

10 Kalk	0 Zettlitzer Erde	90 Quarz	
10 "	10 "	80 "	noch an der Zunge klebend.
10 "	20 "	70 "	
10 "	30 "	60 "	
10 "	40 "	50 "	zusammengesintert.
10 "	50 "	40 "	
10 "	60 "	30 "	zu Glas geschmolzen.
10 "	70 "	20 "	
10 "	80 "	10 "	nicht ganz geschmolzen.
10 "	90 "	0 "	
			Porzellan von grünlicher Farbe.

Die zu Glas geschmolzene Probe aus 10 Theilen Kalk, 50 Theilen Zettlitzer Erde und 40 Theilen Quarz zusammengesetzt, zeigte ein qualitatives Verhältniss von Kieselerde und Thonerde wie 3:1.

Enthält nur ein Theil Thon die Kiesel- und Thonerde nicht in diesem Gewichtsverhältnisse, sondern etwa wie 3:2, so wird er selbst bei einem Gehalte von schmelzbaren Bestandtheilen feuerfester erscheinen, bei einem Zusatz von Quarz aber schmelzbar werden; bei einem grösseren Zusatz von Quarz wird aber die Schmelzbarkeit wieder abnehmen.

Es sind nun nachfolgende Proben gemacht worden, welche die Veränderungen zeigen, welche feuerfester Thon in 6 verschiedenen Gattungen durch Vermengung mit verschiedenen Gewichtsmengen Quarzmehl erlitten hat.

Nr. 0	ist ein Thon aus Göttweih, unvermengt.	
$\frac{1}{4}$	derselbe Thon 1 Th. + 1 Gew. Th. Quarz;	stark geschwunden und gesintert,
$\frac{1}{2}$	" 1 " + 2 "	wenig geschwunden, klebt schwach an der Zunge,
$\frac{3}{4}$	" 1 " + 3 "	wenig geschwunden, klebt mehr an der Zunge,
$\frac{1}{2}$	" 1 " + 4 "	wenig geschwunden, klebt noch mehr an der Zunge.

Mit Nr.  $\frac{1}{4}$  bezeichneter grösserer Cylinder ist ein besserer Thon von Göttweih unvermengt.

$\frac{1}{4}$	derselbe Thon 1 Th. + 1 Th. Quarz,	geschwunden, klebt schwach an der Zunge,
$\frac{1}{2}$	" 1 " + 2 "	wenig geschwunden, klebt mehr an der Zunge,
$\frac{3}{4}$	" 1 " + 3 "	wenig geschwunden, klebt noch mehr an der Zunge,
$\frac{1}{2}$	" 1 " + 4 "	klebt noch mehr an der Zunge.



Mit Nr.  $\frac{3}{4}$  bezeichneter grösserer Cylinder ist ein Thon von Herrn Dräsche unvermengt.

$\frac{1}{4}$	"	1	"	+	2	"	wenig geschwunden, klebt an der Zunge,
$\frac{2}{4}$	"	1	"	+	2	"	wenig geschwunden, klebt an der Zunge,
$\frac{3}{4}$	"	1	"	+	3	"	wenig geschwunden, klebt gut an der Zunge,
$\frac{4}{4}$	"	1	"	+	4	"	wenig geschwunden, klebt noch mehr an der Zunge:

Nr. 3 ist ein Thon von Herrn Springer in Oberfucha als Muster eingesendet.

$\frac{1}{4}$	"	1	"	+	2	"	gesintert und grau,
$\frac{2}{4}$	"	1	"	+	2	"	klebt etwas an der Zunge,
$\frac{3}{4}$	"	1	"	+	3	"	klebt etwas mehr an der Zunge,
$\frac{4}{4}$	"	1	"	+	4	"	klebt noch mehr an der Zunge.

Nr. 4 ist ebenfalls ein von Herrn Springer als Probe eingesendeter Thon.

$\frac{1}{4}$	"	1	"	+	2	"	gesintert und grau,
$\frac{2}{4}$	"	1	"	+	2	"	gesintert und grau,
$\frac{3}{4}$	"	1	"	+	3	"	klebt etwas an der Zunge,
$\frac{4}{4}$	"	1	"	+	4	"	klebt noch mehr,
$\frac{5}{4}$	"	1	"	+	6	"	klebt noch mehr.

Nr. 5 ein von Herrn Springer eingesendetes Muster.

$\frac{1}{4}$	"	1	"	+	2	"	klebt etwas an der Zunge,
$\frac{2}{4}$	"	1	"	+	2	"	klebt etwas mehr,
$\frac{3}{4}$	"	1	"	+	3	"	klebt noch mehr,
$\frac{4}{4}$	"	1	"	+	4	"	klebt noch mehr,
$\frac{5}{4}$	"	1	"	+	6	"	klebt noch mehr.

Alle diese Proben wurden in einer verschlossenen Cassette in den Starkbrand des Porzellanofens gegeben und machten den ganzen Brand mit, nach Verlauf von 24 Stunden wurden sie herausgenommen. Die Einwirkung der Hitze war also eine länger anhaltende, was jedenfalls einer nur kurz dauernden vorzuziehen ist, indem die durch diesen Temperaturgrad hervorgehende Veränderung in der ganzen Masse des Cylinders sich zeigte, während bei der nur 12 Minuten dauernden Einwirkung bei den Versuchen des Dr. Bischof diese Veränderung nur auf die Oberfläche sich erstreckte.

Vergleicht man alle diese Resultate mit einander, so ergibt sich folgendes:

1. Aus dem Ansehen der unversetzten geformten Thone lässt sich kein sicherer Schluss auf den Grad der Feuerfestigkeit ziehen.

2. Dagegen springt der Unterschied bei dem mit Quarz versetzten Thon deutlicher hervor; so sind  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$  schmelzbar geworden.

3.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{4}{4}$ ,  $\frac{5}{4}$  kleben alle schwach an der Zunge, ein Tröpfchen Tinte fliessen aus; darnach wäre der Thon Nr. 4 der schlechteste, dann käme Nr. 3, dann die Thone 1, 2, 5, welche gleich an Güte wären, und unter diesen 3 Letzteren dürfte 5 noch der Beste sein (Der Herr Sprecher legte die bezeichneten Proben der obigen 5 Thone zur Ansicht und Vergleichung vor.)

Um das früher besprochene Resultat, dass ein Thon, in welchem das Verhältniss der Kieselerde zur Thonerde ungefähr wie 3:1 ist, beim Hinzutreten eines Flussmittels am schmelzbarsten sei, noch weiter zu prüfen, wurden folgende Zusammensetzungen aus Kieselerde, Thonerde und Kalk gemacht, und dem Starkfeuer ausgesetzt.

I.	90 Gew. Th. Kiesel,	0 Thonerde,	10 Marmor,	vollkommen zerreibliches Pulver.
II.	80	"	10	etwas zusammenge-
III.	70	"	20	geschmolzene Masse mit glänzender Oberfläche.
IV.	60	"	30	geschmolzen, nicht mehr solche glänzende Oberfläche.
V.	50	"	40	weniger geschmolzen, stark geschwunden, compacte Masse

VI. 40 Gew. Th. Kiesel, 50 Thonerde, 10 Marmor, noch weniger geschmolzen, stark geschwunden, compacte Masse.

VII.	30	"	60	10	zusammengebacken, schon etwas zerreiblich.
VIII.	20	"	70	10	zusammengebacken, etwas mehr zerreiblich.
IX.	10	"	80	10	noch mehr zerreiblich.
X.	0	"	90	10	vollkommen zerreiblich.

Es zeigt sich hier abermals, dass Nr. III. am schmelzbarsten ist, also wo die Kieselerde zur Thonerde sich verhält wie 70:20 oder wie  $3\frac{1}{2}$ :1; ferner, dass die Schmelzbarkeit sowohl bei Vermehrung der Kieselerde als bei Vermehrung der Thonerde abnimmt.

In Nr. III ist das Verhältniss der Kieselerde zur Thonerde wie  $3\frac{1}{2}$ :1, in Nr. II aber wie 8:1; der Sprung ist zu gross, es müssen daher noch weitere Versuche gemacht werden, welche so anzuordnen sind, dass in den Mischungen die Verhältnisse der Kieselerde zur Thonerde wie 8:1, 7:1, 6:1, 5:1, 4:1, 3:1, 2:1, 1:1 sind, um die Veränderungen in diesen Verhältnissen von kleineren Abstufungen kennen zu lernen, was auch beabsichtigt wird. Soviel dürfte sich aber aus den bereits gemachten Versuchen herausstellen, dass die Prüfungsmethode mit Quarzzusatz nicht für alle Thone passt, indem an Kieselerde reiche Thone durch Zusatz von Quarz unschmelzbar werden, und sich daher nach der Probe als feuerfester constatiren, als andere Thone von gleicher Qualität, die aber an Kieselerde ärmer sind.

Bei kieselerdereichen Thonen dürfte daher eher ein Zusatz von Thonerde statt Quarz angezeigt sein. Da man nun von einem zu prüfenden Thone nicht voraus weiss, ob er Kieselerde- oder Thonerdereicher sei als irgend ein Normalthon, so müsste derselbe sowohl durch Zusatz von Quarz als von Thonerde geprüft werden. Es sind dies Versuche, welche vorgenommen werden sollen.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich als Schlussresultat, dass die Bestimmungsmethode der Feuerfestigkeit nach dem Vorgange des Dr. C. Bischof jedenfalls ein Schritt vorwärts in der Untersuchung der Thone für practische Zwecke ist, wobei allerdings einige Routine gefordert wird, um sicher zu gehen; dass aber noch einige Punkte erübrigen, welche einer näheren Aufhellung bedürfen, um in dieser für die gesammte Technik höchst wichtigen Frage der feuerfesten Thone und Ziegel zu genügen. Die k. k. Porzellanfabrik wird mit den hier vorliegenden Versuchen nicht abschliessen, vielmehr hält sie es als eine ihr in vieler Beziehung nahe liegende Aufgabe, in dieser Richtung die Versuche fortzusetzen und den Gegenstand nach den zu Gebote stehenden Mitteln auszunutzen. Obwohl es an Materiale zur Lösung solcher Aufgaben bei uns nicht fehlen dürfte, so erlaube ich mir doch, die geehrte Versammlung um die Mitwirkung hierin zu ersuchen. Die Resultate sollen dann später ebenfalls hier bekannt gegeben werden.

Schliesslich kann ich nicht umhin, der thatkräftigen Unterstützung und durch Erfahrung gereiften Beurtheilung des Herrn Fabriksverwalters Strele zu erwähnen, welcher, wie bisher, auch fernerhin seine Thätigkeit diesem Gegenstande zuzuwenden versprochen hat. —

Herr Ludwig Marlet, k. k. Bergwerks-Expectant, sprach über einen nach dem Principe der Siemens'schen Wärme-Regeneratoren geheizten Winderhitzungs-Ofen von C. A. Cowper, Civilingenieur in London. (Dingler's Journal I. Novemberheft 1860.)

Der practische Nutzen der erhitzten Gebläseluft, hauptsächlich beim Hochofen, durch Erzielung von Kohlenersparung, grösserer Erzeugung und leichterer Leitung des Ofenganges, ist allbekannt.

Bei den gewöhnlichen Winderhitzungsöfen ist man nicht im Stande, erwünschte Windtemperaturen von 600—900° C. zu erreichen, da durch die Zerstorbarkeit der Röhren dieser höheren Erhitzung Grenzen gesetzt sind; man erreicht nur Temperaturen von 300—400° C.; ferner ist bei den gewöhnlichen Apparaten die Benützung des angewendeten Heizmaterials eine schlechte, da die aus dem Ofen entweichenden Gase noch mit einer Temperatur von 600—700° C. in die Esse gehen.

Bei dem projectirten Ofen von Cowper ist man dagegen im Stande, den Wind auf 600—900° C. zu erhitzen, während die abziehenden Gase nur eine Temperatur von 100—150° C. behalten.

Die Einrichtung des Ofens ist aus Fig. 1 *a* und *b*, Bl. Nr. 8 zu ersehen; in dem ringförmigen Raum *A* befindet sich das Ziegelsystem — aufgeschichtete kleine Ziegel aus feuerfestem Material; die Aufschichtung einiger solchen Ziegelreihen ist aus der Skizze Fig. 3 zu ersehen.

Durch die Röhre *L* wird dem Ofen die atmosphärische Luft, und durch die Röhre *G* werden die Gase zugeführt, welche durch *l* und *g* in den Ofen eintreten und hier zur Verbrennung gebracht werden.

Die brennenden Gase durchziehen den cylindrischen Raum *R* und sind dann gezwungen durch das Ziegelsystem (Regenerator) nach abwärts zu ziehen, und durch die ringförmigen Kanäle *K* nach der Esse abzugehen. Nach dem Erhitzen des Ziegelsystems durch eine gewisse Zeit (mehrere Stunden) werden die Schubler *S*, *S*<sub>1</sub> und *S*<sub>2</sub> geschlossen, der Schubler *S*<sub>3</sub>, welcher die Röhrenleitung für den kalten Wind verschliesst, und das Ventil *v* geöffnet.

Der kalte Wind wird in Folge dessen vertheilt, durch die ringförmigen Kanäle *K* das erhitze Ziegelsystem von unten nach oben durchströmen, dann durch den cylindrischen Raum *R* in den Kanal *m* und durch das geöffnete Ventil *v* in die Windleitung zum Hochofen strömen. Diese Windleitung besteht wegen der hohen Temperatur aus Blechröhren die im Innern mit feuerfestem Thon oder Ziegeln ausgefüllt sind.

Es ist selbstverständlich, dass zur stetigen Erhitzung des Windes zwei solche Ofen nöthig sind, von denen der eine geheizt wird, während im zweiten der Wind durchgeleitet wird. Die Zusammenstellung der zwei Ofen ist aus Fig. 2 ersichtlich.

Die heissen Gase werden bei ihrem Durchziehen durch das Ziegelsystem nach und nach ihre Wärme an die Ziegel abgeben in der Weise, dass die obersten Schichten am heissesten sein werden, also nahezu die Temperatur der verbrennenden Gase = 1000—1100° C., während die untersten nur noch die Temperatur der abziehenden Gase (nach der Erfahrung 100—120° C.) erreichen.

Das Abwärtsleiten der Gase bei diesem Ofen hat den Vortheil, dass in gleichen Höhen die Erhitzung der Ziegelschichten eine gleich hohe sein wird, da bei Mehrabgabe von Wärme bei einem Theile der Gase durch das hiedurch erreichte höhere specifische Gewicht ein schnelleres Niederfallen dieses Theiles der Gase herbeigeführt wird und umgekehrt; ein zweiter Vortheil des Abwärtsleitens besteht darin, dass die am meisten erhitzten Ziegel keinem Drucke ausgesetzt sind.

Die Ausnützung des Ziegelsystemes geschieht in der Weise, dass der kalte Wind zuerst auch die am wenigst erwärmten Ziegel durchstreicht, und nach und nach die obersten Schichten erreichend eine hohe Temperatur annehmen wird. Das Aufwärtsgehen des zu erhitzenden Windes ist zweckmässig, da die Ausnützung der in gleichen Höhen stehenden Schichten der Ziegel eine gleiche sein wird, was sich wieder auf ähnliche Weise, wie bei der Erhitzung des Systemes, erklären lässt.

Dieser Winderhitzungssofen hat aber neben den oben angeführten bedeutenden Vortheilen einer guten Benützung des Heizmaterials und des Erreichens einer hohen Windtemperatur auch seine Mängel, und diese sind:

1. Schwierigkeit des Entzündens der Gase, da die Feuerungsstelle nur durch die Thüre *t* zugänglich ist, und es bei Gasfeuerungen zur Vermeidung von Explosionen gut ist, an dem Orte des Zusammentrittes von Gasen und Luft immer ein kleines Feuer unterhalten zu können.
2. Unzugänglichkeit des Ziegelsystems bei nothwendigen Reparaturen.
3. Die grosse Anzahl von Schublern, deren guter Verschluss bei dem Wechsel der Temperatur schwer erhalten werden kann.
4. Die Ungleichheit der Windtemperatur in den verschiedenen Zeitperioden der Ausnützung.

Bei einem schon ausgeführten Ofen, dessen Ziegelsystem 156 Cubicfuss feuerfeste Ziegeln enthält, sank die Temperatur des Windes von 1000 Cubicfuss bei einem Wechsel der Ofen in zwei Stunden von 700 auf 620° C., also um 80° C.

Diesem Uebelstande ist abzuhelfen durch öfteres Wechseln der Ofen oder durch ein grösseres Verhältniss des cubischen Inhaltes der Ziegel des Generators zu jenem des Windes.

Interessant ist es, das Verhältniss kennen zu lernen, in welchem die zur Erhitzung des Windes nothwendige Wärmemenge zu der im Ziegelsystem angesammelten steht.

*M* = Menge des zu erhitzenden Windes = 6000 Cubicfuss;  
*P* = Gewicht desselben = 6000 · 0,0734 = 440  $\mathfrak{H}$ ;

*T* = Temperatur, die der Wind erhalten soll = 510° C.;

*t* = Temperatur der äusseren Luft = 10°;

*c* = specifische Wärme der Luft = 0,267,

*W* = nöthige Wärmemenge ausgedrückt in Wärmeeinheiten;

$W = P \cdot c \cdot (T - t) = 440 \cdot 0,267 (710 - 10) = 82236$ ;  
für eine Stunde ist

$W = 82236 \times 60 = 4934160$ .

Wärmemenge, die sich im Ziegelsystem ansammelt;

*M*<sub>1</sub> = Ziegelmasse des Regenerators;

$= \frac{1}{4} \pi h (D^2 - d^2) \cdot \frac{1}{4} *$

$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 (16^2 - 6,5^2) \cdot \frac{1}{4} = 1442$  Cubicfuss.

*P*<sub>1</sub> = Gewicht der Ziegel = 1442 · 80 = 115360  $\mathfrak{H}$ ;

*T*<sub>1</sub> = mittlere Temperatur, welche die Ziegel nach der Heizperiode erreicht haben = 500° C. (angenommen);

*c*<sub>1</sub> = specifische Wärme der Ziegelsteine = 1;

*W*<sub>1</sub> = angesammelte Wärmemenge ausgedrückt in Wärmeeinheiten;

$W_1 = P_1 \cdot c_1 \cdot T_1 = 115360 \cdot 1 \cdot 500 = 57680000$ .

$W : W_1 = 4934160 : 57680000$

$W : W_1 = 1 : 11,6$ .

Dieses Verhältniss gilt für den projectirten Ofen für einen Wechsel von einer Stunde.

Bei dem auf den Werken von Cochrane in England schon ausgeführten Paare Winderhitzungsöfen, die ähnlich eingerichtet sind, aber mit Steinkohle geheizt werden, stellt sich folgendes Verhältniss der Wärmemenge, die gebraucht wird, und jener, die sich ansammelt, heraus:

*M* = 1000 CF. *P* = 1000 0,734 = 73,4  $\mathfrak{H}$ .

*T* = 710°; *t* = 10°; *c* = 0,267;

$W = P \cdot c \cdot (T - t) = 73,4 \times 0,267 (710 - 10)$ ;

$W = 13719$  per Minute,

$W = 13719 \cdot 60 = 823140$  per Stunde.

*M*<sub>1</sub> = 156 C. *P*<sub>1</sub> = 156 · 80 = 12480;

*c*<sub>1</sub> = 1; *T*<sub>1</sub> = 700° C. \*\*);

$W_1 = P_1 \cdot c_1 \cdot T_1 = 12480 \cdot 1 \cdot 700$ ;

$W_1 = 8736000$ ;

$W : W_1 = 823140 : 8736000$ ;

$W : W_1 = 1 : 10,6$ ,

also ein ähnliches Verhältniss wie bei dem projectirten Ofen. Da jedoch der ausgeführte Ofen, wie anfangs erwähnt, bei einem Wechsel von 2 Stunden schon eine Temperatur-Differenz von 80° C. ergab, der projectirte Ofen jedoch für einen Wechsel von 4 Stunden bestimmt ist, so wird bei demselben die Temperatur-Differenz des erhitzten Windes noch eine grössere sein.

Die Winderhitzungsöfen, welche mit Steinkohle gefeuert werden, haben den grossen Nachtheil, dass sich bei guter Benützung des Heizmaterials das Ziegelsystem sehr leicht verstopft, indem die theerigen Bestandtheile sich in den unteren kalten Ziegelreihen absetzen, eine immer stärker werdende Kruste bilden und endlich die Verstopfung der Zwischenräume herbeiführen.

Wenn man auch glauben sollte, dass bei länger andauerndem Heizen des Regenerators der condensirte Theer wieder verflüchtigt werde, so zeigt sich doch bei den Regeneratoren nach Siemens, dass der Theer sich wohl verflüchtigt, jedoch eine Kohlenkruste zurücklässt, die sich durch neue Theerabsätze immer mehr verstärkt.

Bei den Winderhitzungsöfen, welche mit Gasen geheizt werden, die von Coks- und Holzkohlen-Hochofen abgeleitet werden, können solche Verstopfungen durch Theer nicht vorkommen; jedoch ist wieder zu fürchten, dass, da die Gase immer Gichtenstaub mit sich führen, welchvolkommen zu entfernen ist, derselbe sich in dem Ziegelsystem ebenfals ablagern wird. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei der darauf folgenden Durchleitung des Windes dieser Gichtenstaub aus dem System in die Windleitung und von da in den Hochofen geblasen wird. Ein weiterer Vortheil der Feuerung mit Hochofengasen ist die geringere Temperatur, welche die obersten Ziegelschichten annehmen, da Hoch-

\*) Der Factor  $\frac{1}{4}$  ist in der Art angenommen, dass die Ziegel  $\frac{1}{4}$  und die Zwischenräume  $\frac{1}{4}$  des ringförmigen Raumes *A* ausfüllen.

\*\*) Hier ist die mittlere Temperatur der Ziegel mit 700° C. angenommen, weil das Heizmateriale Steinkohle einen pyrometrischen Wärmeeffect von 1400° C. gibt.

Stengase bei ihrer Verbrennung nur 1000—1100° C. erreichen, während Steinkohlen 1400—1600° C. geben, daher die oberen Ziegelschichten selten ausgewechselt zu werden brauchen.

Herr Fabriksinhaber Emil Seybel bemerkte, dass man nie verachtet habe, die Siemens'schen Regeneratoren durch Brennstoffe direct zu erhitzen; es habe sich daher auch niemals ein Theerabsatz bilden, und hieraus ein Anstand ergeben können.

Allerdings hätten sich die Siemens'schen Regeneratoren für Puddelöfen und andere Feuerungen, in welchen die zu verarbeitenden Massen ins Kochen kommen und Schlacken oder andere Rückstände absetzen, weniger geeignet gezeigt; dagegen habe sich ihre Anwendung bei Stahl- und Glasöfen glänzend bewährt, und Herr Franz Edler v. Mayer bediene sich zum Gusstahl-Schmelzen bereits ausschliessend der Siemens'schen Öfen mit Braunkohlenfeuerung. Wenn sich übrigens jemals Kohlenstoff im Regenerator absetze, so könne derselbe durch Einleiten von Wasserdampf bei der vorhandenen hohen Temperatur sehr leicht entfernt werden.

Herr L. Merlet entgegnet, dass man im k. k. Eisenwerke zu Neuberg die Erfahrung gemacht habe, dass die Ziegel im Regenerator nach einem nicht sehr langen Betriebe in den obern Lagen mit einer Schlackenkruste und in den unteren mit verkohltem Theerabsatz umgeben wurden, welcher die Zwischenräume in der Weise verlegte, dass zu wenig Gase dem Herde zugeführt wurden.

Herr Ingenieur Julian Hecker fragte, ob nicht durch einen schnelleren Wechsel der Perioden der Gasentwicklung und des Winddurchganges dem Theerabsatz vorgebeugt werden könnte?

Herr L. Merlet zeigte, dass dies nur auf Kosten des Brennstoffverbrauches geschehen könnte, weil in die Esse heissere Gase abziehen würden, indem jedenfalls nur dann der Theerabsatz verhindert wird, wenn die untersten Ziegelreihen auch nach Schluss der Ausnützungsperiode eine so hohe Temperatur haben, welche denselben verhindert. Die Folge hievon wäre eine höhere Temperatur der abziehenden Gase, daher eine schlechtere Benützung der Heizwärme.

Der anwesende Vereins-Vorstand, Herr Regierungsrath W. von Engerth, äusserte sich im nämlichen Sinne, mit dem Beifügen, dass ein schnellerer Periodenwechsel nur dann zulässig sein dürfte, wenn von der Gicht ein sonst nicht verwendbarer Ueberschuss von Gasen abgeleitet werden könnte.

Herr Sectionsrath P. Rittinger machte eine Mittheilung über das bei dem k. k. Eisengusswerke bei Mariazell eingeführte Verfahren zur Verwerthung der Drehspäne von Gusseisen. Dieser Gegenstand ist für das genannte Gusswerk von grosser Wichtigkeit, da von jedem Gussstück, deren im Durchschnitt zwei täglich geliefert werden, 10 bis 15 Centner und im ganzen Jahre bei 2000—3000 Centner Drehspäne von raffiniertem Gusseisen abfallen, deren Verwerthung früher grossen Schwierigkeiten unterlag, indem sie weder im Cupolofen noch bei der Frischarbeit mit gutem Erfolge zugetheilt werden konnten.

Der dortige k. k. Unterverweser Herr A. v. Ruttner führte vor einiger Zeit, veranlasst durch seine Beobachtungen auf bayerischen Eisenwerken, ein eben so einfaches als erfolgreiches Verfahren zur Verwerthung dieser Drehspäne ein.

Dieselben werden so wie sie abfallen in ein Gefäss mit Salzwasser (Chlornatrium-Lösung, welche nicht concentrirt zu sein braucht) geworfen, und am Ende der Schicht in einer gusseisernen Form zu pyramidalen Ziegeln von beiläufig 30 Cubiczoll oder 2½ Pf. im Gewichte gestampft, sogleich ausgehoben und an die Luft gesetzt. Diese Ziegel sind nach 2—3, höchstens 4 Tagen so fest und hart, dass sie im Cupolofen bis nahe zur Form herabkommen und sehr gut schmelzen. Der Abgang beträgt dabei 13—14%, und der Brennstoffaufwand 4 Cubicfuss weicher Holzkohle auf den Centner Gusseisen. Die Arbeiter bei den Bohr- und Drehmaschinen erhalten zur Aneiferung eine Vergütung von ¼ kr. für jeden Ziegel.

Die Frage des Herrn Regierungsrathes W. Engerth, ob diese Ziegel auch den Transport vertragen? wurde vom Herrn Sprecher bejaht, und dabei auf die erheblichen Vortheile hingewiesen, welche das beschriebene Verfahren auch kleineren Maschinenfabriken und ähnlichen Werken bieten dürfte.

Herr Sectionsrath P. Rittinger übergang sodann auf den angekündigten Vortrag über die neuesten zum Bohren von Sprenglöchern angewendeten Maschinen.

Schon vor beiläufig 10 Jahren war man, namentlich in Sardinien

bemüht, ein Verfahren zu finden, um das Durchbohren von Tunneln mittels Maschinen, und daher weit schneller als mit dem gewöhnlichen Handbohrer, zu bewerkstelligen. Im Jahre 1855 machte Colladon aus Genf den Vorschlag, das Bohren vor Ort mittels comprimierter Luft zu bewerkstelligen, indem die Bohrer an den Kolben kleiner Cylinder befestigt und mit grosser Geschwindigkeit stossweise bewegt werden sollten, ein Vorschlag, welcher um so wichtiger war, als die comprimerte Luft ausser dem Vortheile der leichten Transmission auch die Wetterzuführung in langen Tunnelstrecken ersparte.

Sommeiller, Grattoni und Grandis gaben bald darauf eine Einrichtung an, um die Luft durch eine Art von Wassersäulengebläse zu verdichten, wodurch die Anwendung umständlicher Compressionspumpen umgangen, und die practische Ausführung des neuen Verfahrens gesichert wurde. Reuleaux in Zürich hat dasselbe in einem interessanten Berichte (Schweizer polytechnische Zeitschrift, II. Jahrgang, 5. u. 6. Heft; Zeitschrift des österr. Ingenieurvereins, Jahrgang 1858) beschrieben, ohne jedoch Details mitzutheilen, indem seine Zeichnungen nur ideal sind. Nähere Beschreibungen sind nicht bekannt; die Arbeiten am Tunnel des Mont-Cenis sind übrigens mit diesem Verfahren im Jänner 1861 auf der einen Seite bereits begonnen worden, und der Erfolg scheint allen Erwartungen zu entsprechen, indem nach Angabe öffentlicher Blätter der Bohrausschlag 2 Zoll in der Minute betragen soll.

Mittlerweile sind jedoch an mehreren Orten Deutschlands ähnliche Versuche angestellt worden, um das Handbohren durch Maschinenarbeit zu ersetzen, unter welchen jene des Modellmeisters Schumann in Freiberg, und jene des Maschinenfabrikanten Schwarzkopf in Berlin alle Aufmerksamkeit verdienen. (Siehe Bl. Nr. 10.)

Schumann hatte die Idee seines Apparates, wie das Freiburger Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann für 1861 mittheilt, schon im Jahre 1855 — also beiläufig zugleich mit Colladon — gefasst und auch ein Modell hergestellt; practische Versuche wurden mit demselben 1856 über Tages ausgeführt, und seit 1857 steht der Apparat bereits in vervollkommneter Ausführung beim Betriebe des Rothschröberger Erbstollens bei Freiberg in Anwendung.

Der arbeitende Theil des Apparates in seiner neuesten Einrichtung besteht aus einem gusseisernen Cylinder *a* von 4—5 Zoll Durchmesser, in welchem der Kolben durch gepresste Luft hin und her bewegt wird; mit dem vordern Ende der starken Kolbenstange *b* ist der Bohrer *c* fest verbunden. Die Umsteuerung geschieht durch einen Schieber *e*, welcher mittelst einer Kurbel *d* mit Vorgelege durch den Arbeiter in Bewegung gesetzt wird. Durch das Drehen der Kurbel wird zugleich das regelmässige Umsetzen des Bohrers bewirkt, indem ein mit der Kolbenstange in Verbindung stehendes Rad *r* in eine Schraube ohne Ende greift.

Der Cylinder ruht auf einer am Träger des ganzen Apparates befestigten Gabel *g*, und kann auf derselben während des Bohrens mittelst einer Schraube *h* durch den Arbeiter vorwärts gerückt werden. Die Gabel wird vorne an das Gestein, rückwärts an eine Spreizung gestemmt.

Dieser Apparat gibt bei der practischen Anwendung 300 Schläge in der Minute und in einer 6stündigen Schicht werden 8 Sprenglöcher von 18 Zoll Tiefe durch 2 Arbeiter gebohrt und weggethan (2 Arbeiter sind nämlich abwechselnd zum Drehen der Kurbel nothwendig), während zwei Häuer mit dem Handbohrer nur 4 Löcher in der Schicht wegthun können. Die Leistung eines Apparates ist daher die doppelte eines Häuers.

Als Uebelstände dieses Apparates werden die häufigen Reparaturen — Folgen der steten Erschütterungen —, das nothwendige oftmalige und zeitraubende Wechseln der Bohrer, und endlich der Umstand bezeichnet, dass der Apparat die Arbeit nicht gleichförmig und sicher verrichtet, indem der Apparat bei stets gleichförmiger Stosskraft und Umsetzung die Verschiedenheiten des Gesteins (z. B. ob dicht oder drusig) so zu sagen ignoriert.

Schwarzkopf, in Oesterreich durch den Ingenieur C. Völkner in Prag vertreten, hat in neuester Zeit eine andere Bohrmaschine construirt. Der arbeitende Theil besteht ebenfalls aus einem Cylinder *a* mit einseitig wirkendem Kolben und starker Kolbenstange *b*. (Bl. Nr. 10.)

Der Cylinder wird von einer eisernen Platte *c* getragen, welche an der Vorderseite vertical herabgebogen ist, und an diesem Theile die Führung für den — mit der Kolbenstange nicht zusammenhängenden — Bohrer *d* enthält.

Der Kolben wird durch comprimerte Luft bewegt, deren Einströmung durch die Wilson'sche Hahnsteuerung *e* mittels einer S-förmigen Couliasse *f*

geregelt wird. Die Kolbenstange schlägt an den Bohrer, welcher nach jedem Schlage durch eine Spiralfeder wieder zurückgedrückt wird.

Die Umsetzung des Bohrers geschieht durch ein Schaltrad *g*, welches durch die Steuerungsachse *k* bethätigt wird. Der arbeitende Theil des Apparates kann auf einem gusseisernen Bette *i* mittels einer Stellschraube *k* vor- und rückwärts bewegt werden; dieses Bett wird übrigens von einer gusseisernen Säule *l* getragen, an welcher dasselbe mittelst einer Hülse *m* und eines Charniers *n* in jeder beliebigen Lage und Richtung festgestellt werden kann. Versuche mit dieser Maschine sind noch nicht zur Oeffentlichkeit gelangt; sie soll 1100–1200 Schläge in der Minute verrichten, und  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll in der Minute bohren.

Vergleicht man diese beiden Bohrapparate *a*) von Schumann, und *b*) von Schwarzkopf hinsichtlich ihrer Einrichtung mit einander, so zeigen sich als wesentliche Unterschiede, dass bei *b* nur der Bohrer, bei *a* auch der Kolben umgesetzt wird; bei *b* ist die sogenannte Wilson'sche Steuerung, bei *a* ein Schieber; *b* wird durch Selbststeuerung, *a* durch Handarbeit gesteuert; *b* wird von einer Säule getragen, welche selbstständig in jeder Stellung befestigt werden kann, während *a* zwischen Gestein und Spreitze festgeklemmt werden muss.

Beide Apparate werden dagegen zahlreicher fortdauernder Reparaturen bedürfen.

Herr Sectionsrath P. Rittinger erläuterte die Construction beider Maschinen durch Zeichnungen und ging sodann auf eine allgemeine Kritik der bisherigen Bohrapparate über, indem er zunächst hervorhob, dass bei allen denselben der arbeitende Theil in Bohrern von derselben Form bestehe, wie sie bei der gewöhnlichen Häuerarbeit angewendet werden. Dieses Bohrverfahren ist aber insoferne unvorteilhaft, als dabei mehr Arbeit geleistet wird, als nothwendig ist; es wird nämlich der ganze Querschnitt des Bohrloches in Pulver zerstossen, während ein ringförmiger Schlitz hinreichen würde, um durch Wegbrechen des stehengebliebenen Kernes das gewünschte Bohrloch herzustellen. Bei der Construction von Bohrmaschinen wäre daher zunächst auf eine Verbesserung des eigentlichen Bohrverfahrens, nämlich auf eine Vorrichtung zu denken, um nur ringförmige Schlitze zu bohren, so wie diess beim Bohren steinerner Röhren zu geschehen pflegt, und auch beim Abstossen weiterer Bohrlöcher sehr zu empfehlen wäre.

Als einen weiteren Gegenstand, welcher alle Beachtung verdiene, bezeichnete der Herr Vortragende die Frage: wie gebohrt werden solle, ob durch Stossen oder durch Drehen?

Da das Bohren desto vorteilhafter sei, je weniger Staub erzeugt und je mehr grössere Stückchen vom Gesteine abgesprengt werden, so müsse das drehende Bohren als vorzüglicher bezeichnet werden. Dagegen könne

die drehende Bewegung nicht mit grösserer Geschwindigkeit als etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll per Secunde angewendet werden, um zu hohe Erhitzung zu vermeiden; und hiedurch werde das Vorrücken des Bohrloches verzögert.

Herr P. Rittinger zeigte einen Bohrer (Fig. 3) vor, welcher nach seiner Angabe für drehende Arbeit angefertigt worden ist. Derselbe besteht aus einer gussstählernen Röhre, welche an jedem Ende sägeförmig mit zwei Zähnen versehen ist, um nach Abnützung des einen Endes das andere gebrauchen zu können; zudem sind in der Achsenrichtung zwei Schlitze angebracht, durch welche das Bohrmehl aufsteigen kann. Ein eigener Griff dient diesen Bohrer zu fassen und zu gebrauchen. Bei einem Versuche in der Th. Schulz'schen Maschinenfabrik zu Wien wurde mit diesem Bohrer weiches Gestein binnen 10 Minuten 3 Zoll tief durchbohrt, wobei der Bohrer 28 Umgänge in der Minute machte, ohne sich beträchtlich zu erhitzen.

Der Herr Sprecher schloss mit der Bemerkung, dass die thätige Initiative der Sachsen zur Einführung geeigneter Bohrapparate jedenfalls ehrend anerkannt werden müsse, dass jedoch gegenwärtig noch vielfache Gelegenheit zu Verbesserungen im bewegenden wie im arbeitenden Theile dieser Apparate wie des Bohrwesens überhaupt geboten sei, und dieser Gegenstand daher angelegentlich der Aufmerksamkeit der Fachgenossen empfohlen werden müsse.

Nicht minder sollten aber auch die grösseren Gewerken und Gesellschaften diese Gelegenheit in ihrem eigenen Interesse nicht unbenutzt lassen, um durch thätige Förderung und materielle Unterstützung bezüglicher Versuche zur baldigen Lösung dieser höchst wichtigen Aufgaben das Ihrige beizutragen.

Wochenversammlung am 23. März 1861.

Vorsitzender: der Vorstand-Stellvertreter: Herr k. k. Sectionsrath P. Rittinger.

Der Fabriks-Inhaber, Herr C. A. Lenoir, zeigte den Kirchhoff-Bunsen'schen Apparat zu chemischen Analysen durch Spectralbeobachtungen vor, und brachte in demselben die Spectra verschiedener Alkalien und alkalischen Erden zur Anschauung der Anwesenden.

Sodann zeigte Herr Lenoir die herrlichen Lichterscheinungen, welche entstehen, wenn der electrische Strom durch Glasröhren mit verdünnter Luft, oder mit verschiedenen Gasen gefüllt, durchgeleitet wird, und welche ebenfalls eigenthümliche Spectra geben.

Diese höchst interessanten Versuche nahmen den ganzen Abend in Anspruch, so dass die übrigen angekündigten Vorträge auf die folgende Versammlung verschoben werden mussten.

Fig. 1 a.

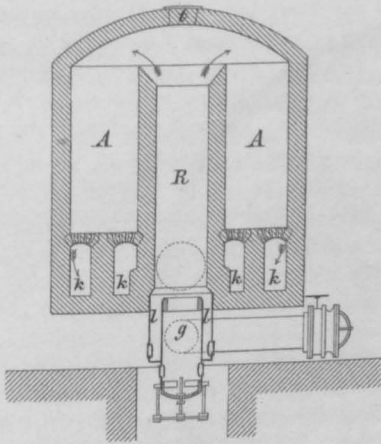


Fig. 2.

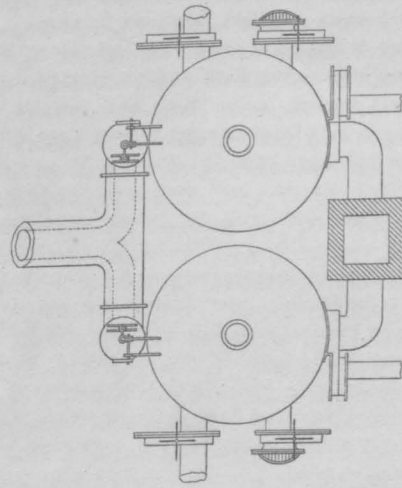


Fig. 1 b.

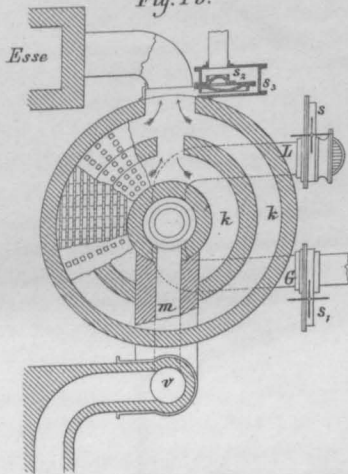
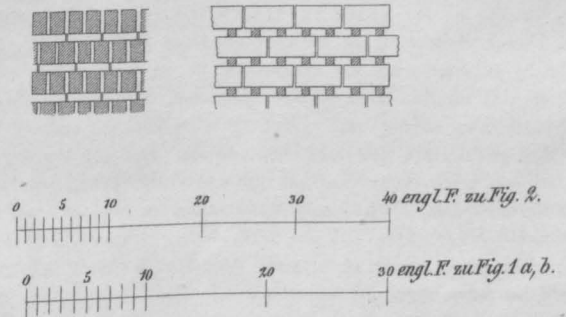


Fig. 3.



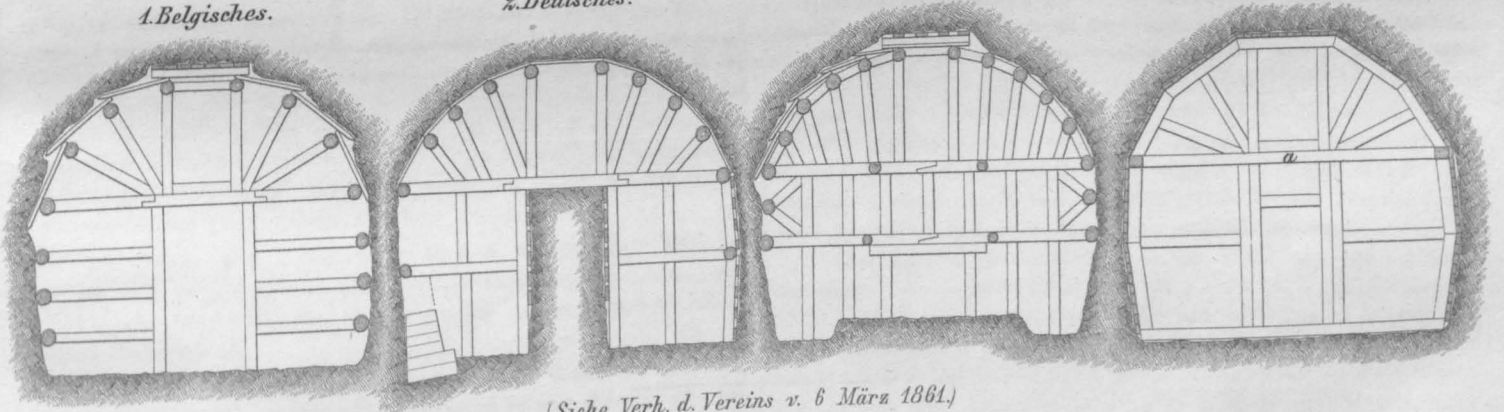
### Systeme des Tunnelbaues.

1. Belgisches.

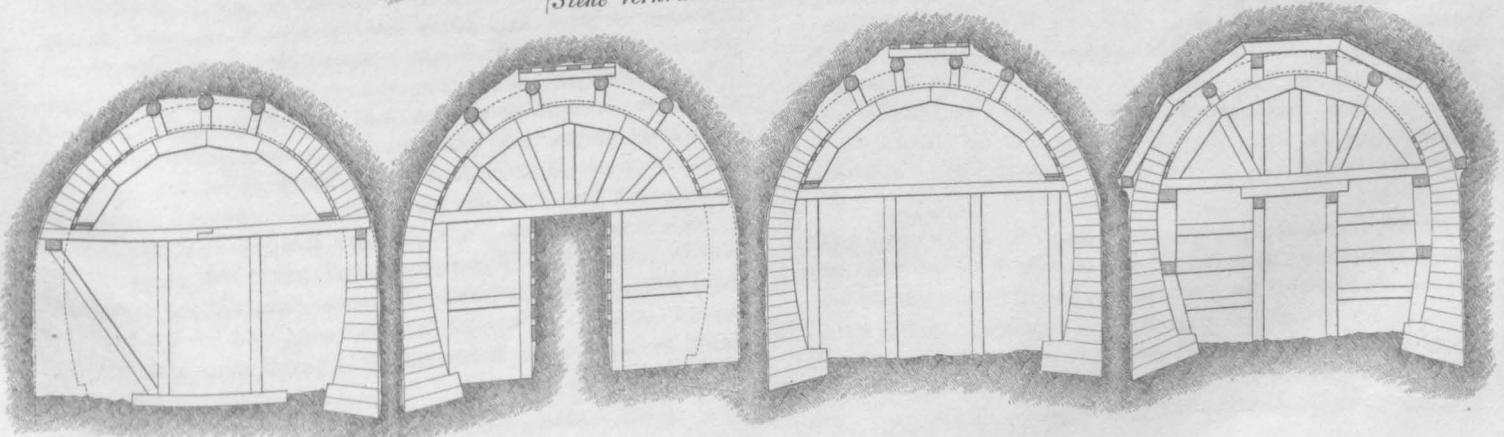
2. Deutsches.

3. Englisches.

4. Oesterreichisches.



(Siehe Verh. d. Vereins v. 6 März 1861.)

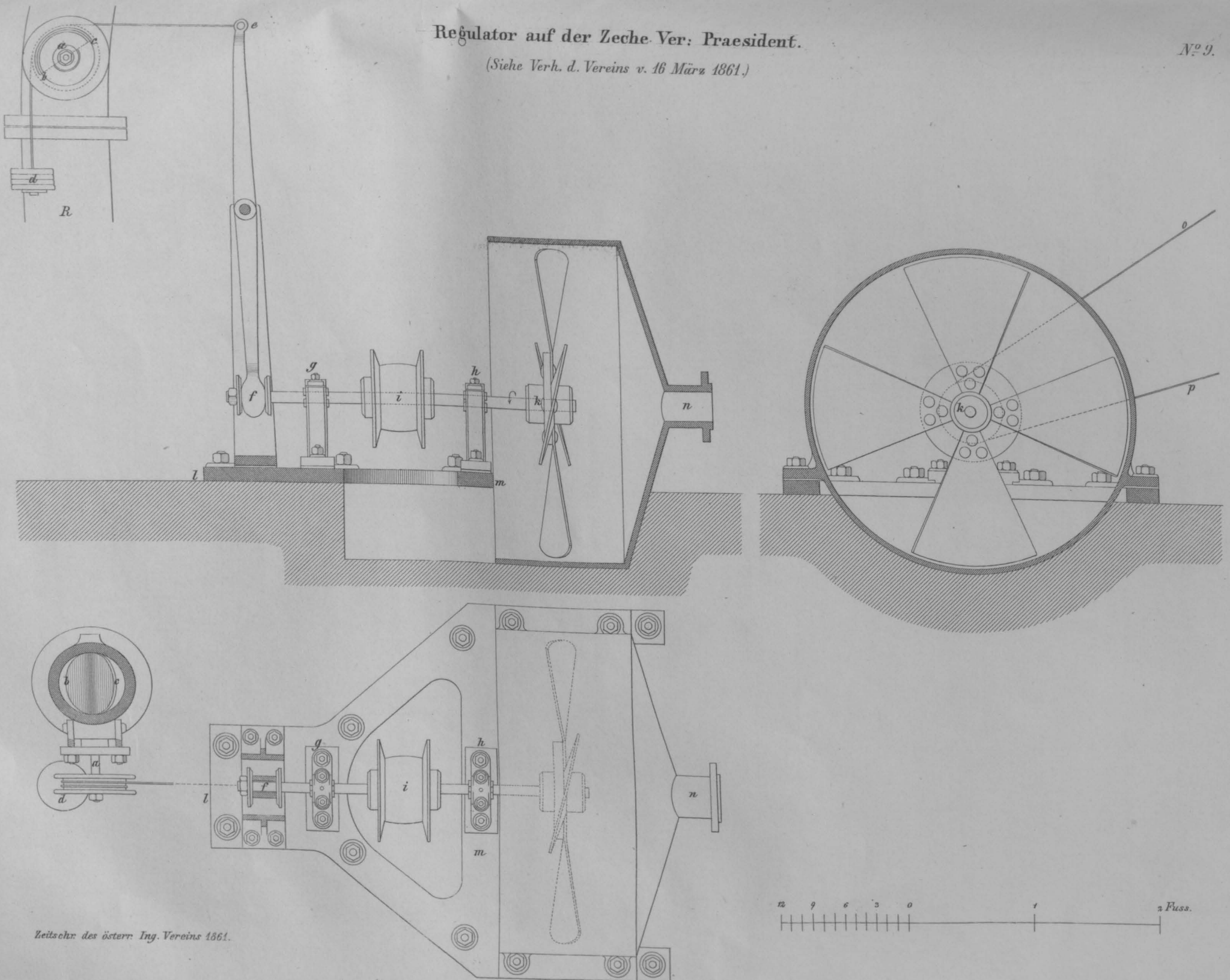




# Regulator auf der Zeche Ver: Praesident.

(Siehe Verh. d. Vereins v. 16 März 1861.)

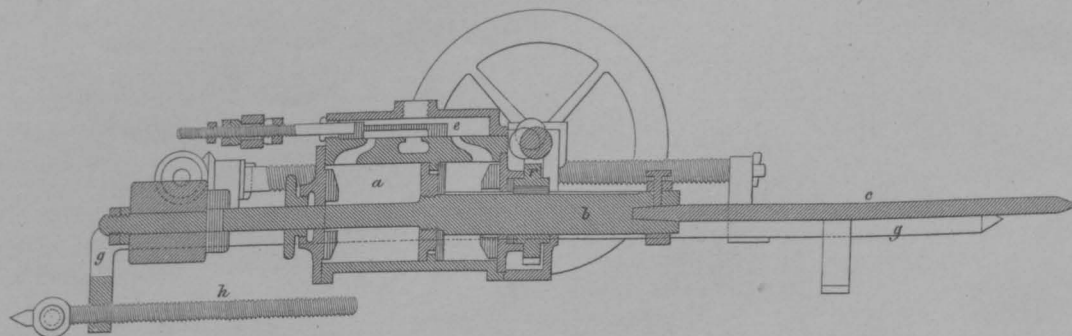
N<sup>o</sup> 9.



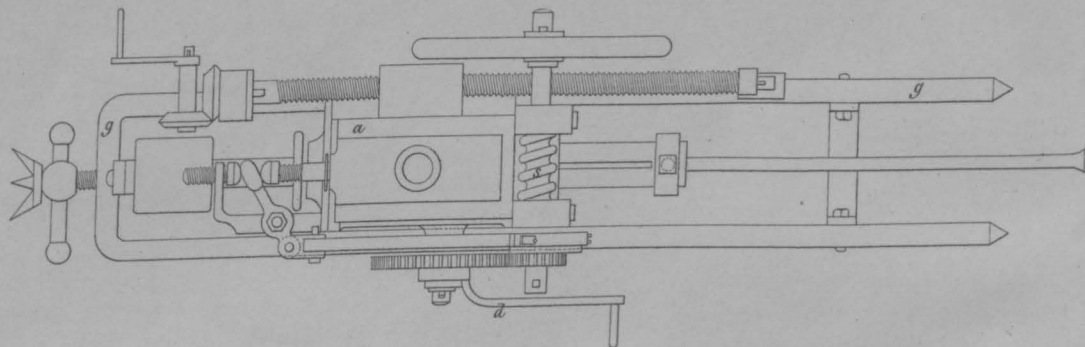
# 1. Schuhmann'sche Bohrmaschine.

(Siehe Verh. d. Vereins v. 20 März 1861).

Vert. Durchschnitt.

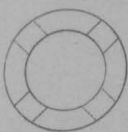
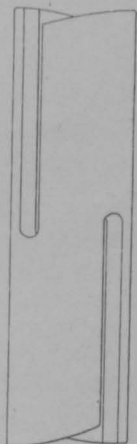


Grundriss.



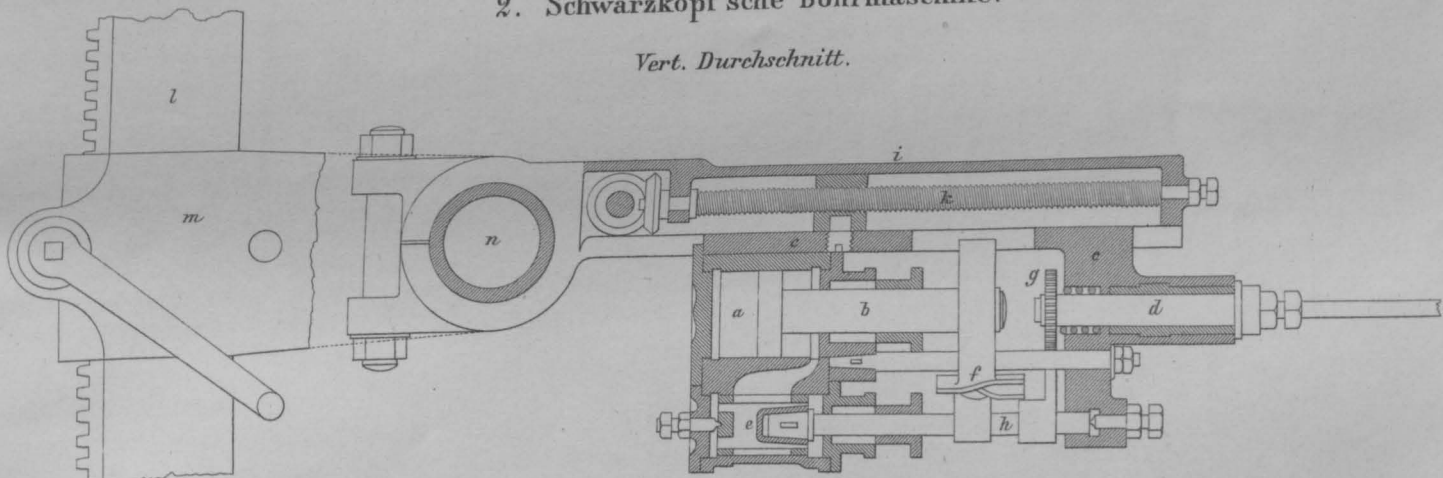
## 3. Bohrkopf.

$\frac{1}{2}$  natl. Gr.



# 2. Schwarzkopf'sche Bohrmaschine.

Vert. Durchschnitt.



Grundriss.

